



Revista Contabilidade & Finanças

ISSN: 1519-7077

ISSN: 1808-057X

Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia,
Administração e Contabilidade, Departamento de
Contabilidade e Atuária

Araújo, José Bonifácio de; Medeiros, Otávio Ribeiro de;
Caldas, Olavo Venturim; Silva, César Augusto Tibúrcio
Misvaluation and behavioral bias in the Brazilian stock market
Revista Contabilidade & Finanças, vol. 30, no. 79, January-April, 2019, pp. 107-122
Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração
e Contabilidade, Departamento de Contabilidade e Atuária

DOI: 10.1590/1808-057x201805770

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257158401009>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org



Scientific Information System Redalyc

Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and Portugal

Project academic non-profit, developed under the open access initiative

Misvaluation e viés comportamental no mercado de ações brasileiro

José Bonifácio de Araújo Júnior¹


 <https://orcid.org/0000-0001-8096-5790>

E-mail: jose.bonifacio@aluno.unb.br

Otávio Ribeiro de Medeiros¹

E-mail: ppgcont@unb.br

Olavo Venturim Caldas¹

 <http://orcid.org/0000-0001-9188-3061>

E-mail: olavocaldas@aluno.unb.br

César Augusto Tibúrcio Silva¹

E-mail: cesartiburcio@unb.br

¹ Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão Pública, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais, Brasília, DF, Brasil

Recebido em 30.04.2017 – Desk aceite em 13.06.2017 – 2ª versão aprovada em 27.11.2017 – Ahead of print em 17.09.2018
Editora Associada: Fernanda Finotti Cordeiro Perobelli

RESUMO

O estudo buscou utilizar o modelo desenvolvido por Gokhale et al. (2015) para identificar existência de sobre-reação e vieses comportamentais no mercado de ações brasileiro e analisar seu desempenho como estratégia de investimentos na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA), no curto e longo prazo, bem como testar sua robustez com simulações de janelas de tempo. Os impactos das finanças comportamentais nos mercados de capitais podem afetar as decisões econômicas, perpetuar ou aumentar anomalias na precificação de ativos e, em situações mais extremas e persistentes, contribuir para a formação de bolhas que podem comprometer todo o sistema financeiro de um país. O estudo traz, de maneira pioneira ao mercado de ações brasileiro, metodologia inovadora para identificar vieses comportamentais e obter retornos anormais e superiores aos retornos do Ibovespa. A pesquisa aplica o modelo desenvolvido por Gokhale et al. (2015) em três amostras com dados de cotações de empresas brasileiras de capital aberto que compõem o Ibovespa e o Índice Brasil Amplo (IBrA) no período 2005-2016. Com o software estatístico R, calculou-se o Índice Fundamental de Avaliação (*Fundamental Valuation Index* – FVI) para cada ação da amostra e a cada ano. A partir desse índice, identificaram-se as ações subavaliadas, indicando que o preço de venda não reflete seus fundamentos econômicos, e realizadas simulações de carteiras para investimento nos três meses ou no próximo ano. Os resultados indicam a possível existência de sobre-reação e vieses comportamentais no mercado de ações brasileiro que geram a possibilidade de retornos anormais superiores aos retornos do Índice Bovespa (Ibovespa). De forma similar ao mercado americano, as carteiras simuladas renderam, ao final do período de 2006-2016, mais de 274%, enquanto o Ibovespa rendeu aproximadamente 80%. Os testes de robustez confirmaram a eficácia do modelo. As diversas carteiras de investimento, simuladas em horizontes temporais distintos, renderam em média mais do que o Ibovespa. O estudo também confirmou as suposições de Gokhale, Tremblay e Tremblay (2015) sobre a inadequação do modelo para estratégias de curto prazo.

Palavras-chave: finanças comportamentais, *misvaluation*, viés comportamental, mercado acionário brasileiro, *Market Model*.

Endereço para correspondência

José Bonifácio Araújo Junior

Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais

Campus Universitário Darcy Ribeiro, Bloco A-2, 1º andar, Sala A1-54/7 – CEP: 70910-900

Asa Norte – Brasília – DF – Brasil



1. INTRODUÇÃO

A Hipótese do Mercado Eficiente (HME) parte do pressuposto de que os preços das ações refletem todas as informações disponíveis num contexto em que os agentes de mercado são racionais e não há custos de transação (Fama, 1970). Entretanto, mesmo sob a premissa de que os agentes de mercados são racionais, as restrições de mercado e os fatores psicológicos dos investidores podem levar à ocorrência de viés de valorização ou desvalorização dos preços das ações (Gokhale, Tremblay & Tremblay, 2015).

Assim, mesmo em mercados competitivos, podem ocorrer distorções nos preços dos ativos, indicando que eles não refletem seus fundamentos econômicos. Em determinados períodos, os preços dos ativos podem estar acima ou abaixo dos seus valores de equilíbrio; em ambos os casos, espera-se que tal viés seja corrigido ao longo das transações que venham a ocorrer em seguida. De qualquer forma, a existência de sobreavaliação ou subavaliação, isto é, de *misvaluation*, pode ser uma oportunidade de ganhos para os investidores.

Diversos estudos encontraram indícios de que nem sempre os preços de cotações seguem as premissas da HME, no que concerne ao ajuste imediato dos preços a todas as informações disponíveis (Aguilar, Sales & Sousa, 2008; Costa, 1994; De Bondt & Thaler, 1985; Jegadeesh & Titman, 1993; Gokhale et al., 2015; Rabelo & Ikeda, 2004). Em situações mais extremas e persistentes, pode até mesmo ocorrer a formação de bolhas positivas ou negativas [por exemplo, Leone e Medeiros (2015) e Leybourne, Kim e Taylor (2007)]. Assim, a existência de *misvaluation* pode persistir por períodos maiores de tempo.

Este estudo utiliza, no mercado acionário brasileiro, o modelo inovador desenvolvido por Gokhale et al. (2015) (GTT a partir deste ponto) para detectar sobrereação decorrente do comportamento dos investidores e identificar ações subavaliadas entre as empresas listadas na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA) no período de 2005 a 2016. Também analisa a utilização do modelo GTT como estratégia de investimento em ações dos índices Bovespa (Ibovespa) e Brasil Amplo (IBrA), no curto e longo prazo, bem como testa sua robustez com simulações de janelas de tempo.

Para a pesquisa, elaboraram-se três amostras com empresas integrantes do Ibovespa e do IBrA no período de 2005 a 2016 e executaram-se dois grupos de testes: no primeiro grupo, o modelo GTT foi aplicado às empresas do Ibovespa e do IBrA nos mesmos moldes do trabalho original de Gokhale et al. (2015). No segundo grupo,

simularam-se carteiras e janelas temporais para testar a robustez do modelo e seu desempenho no curto e longo prazo.

O modelo GTT para estimar o *misvaluation* do preço de ativos foi desenvolvido a partir do Modelo de Mercado (*Market Model*) e adaptado para capturar os erros sistemáticos comportamentais dos *traders*. O método consiste na mensuração inicial dos retornos das ações estimando os coeficientes α e β com utilização do método dos mínimos quadrados (*ordinary least squares* – OLS). Em seguida, a partir do modelo de mercado modificado, realiza-se a decomposição da estrutura do erro padrão em dois componentes: aquele que consiste em um ruído branco (*white-noise*) e outro que capta as tendências comportamentais. A distância entre o retorno obtido no modelo de mercado e aquele com base no modelo de mercado modificado por Gokhale et al. (2015) indica se uma ação está mal avaliada.

Os resultados encontrados neste estudo demonstram a existência de *misvaluation* no período de 2005 a 2016. Mais ainda, a simulação de uma carteira com as ações subavaliadas identificadas a cada ano apresentou retornos substancialmente superiores aos do Ibovespa no ano imediatamente seguinte, indicando existir potencial para ganhos na estratégia. O rendimento acumulado das carteiras simuladas ao final do período de 2006 a 2016 foi de mais de 274%, enquanto que o Ibovespa rendeu aproximadamente 80%. Os testes complementares para o Ibovespa, com simulações de várias carteiras de investimento, comprovaram a robustez da estratégia baseada no modelo GTT; por exemplo, a 10% de significância, carteiras simuladas por 12 meses [12 meses de cálculo de Índice Fundamental de Avaliação (*Fundamental Valuation Index* – FVI) e três meses de retorno] renderam em média 7,3% a mais que o Ibovespa.

Em relação à aplicação do método com as ações do IBrA, os resultados não foram satisfatórios. Por fim, confirmando as suposições de Gokhale et al. (2015), as carteiras de curto prazo (período de 12 semanas de cálculo e três semanas de retorno) apresentaram resultado médio 5,84% inferior ao do Ibovespa.

O artigo é composto desta Introdução e mais quatro seções. Na seção 2, são apresentados os conceitos relativos a *misvaluation* e viés comportamental, bem como é apresentado e discutido o modelo modificado por Gokhale et al. (2015). A descrição dos dados e da metodologia é realizada na seção 3. A análise dos resultados foi tratada na seção 4 e as conclusões apresentadas na última seção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Misvaluation e Viés Comportamental*

Um mercado é eficiente quando os preços dos ativos nele transacionados sempre refletem plenamente as informações disponíveis (Fama, 1970). Entretanto, a HME é contestada por diversas pesquisas que trazem evidências de que investidores podem apresentar comportamentos irracionais e reagir de forma exagerada a novas informações, boas ou más, gerando oportunidades de ganhos anormais (Costa, 1994; De Bondt & Thaler, 1985; Jegadeesh & Titman, 1993; Kimura, 2003; Leone & Medeiros, 2015; Piccoli, Souza, Silva & Cruz, 2015; Shiller, 2003).

Assim, mesmo os investidores sendo racionais, restrições e ruídos podem gerar vieses de valorização ou má avaliação do preço de ações ou títulos. Em contrapartida, os fatores psicológicos dos investidores, como otimismo, podem produzir comportamentos irracionais e também afetar a eficiência dos mercados (Gokhale et al., 2015).

De Bondt e Thaler (1985), por exemplo, verificaram se movimentos exagerados nos preços das ações americanas eram seguidos por movimentos de preços em direção oposta. Os autores utilizaram portfólios formados por ações que tiveram perdas ou ganhos extremos no período de cinco anos anteriores e calcularam retornos nos três anos seguintes. Os resultados indicaram retornos anormais médios de 19,6% para o portfólio baseado em ações perdedoras e perda média de 5% em relação ao mercado para os portfólios formados por ações vencedoras.

Kimura (2003) destaca que esses movimentos exagerados, identificados por De Bondt e Thaler (1985), são denominados de *sobrerreação* e ocorrem quando variáveis financeiras, como preços e volatilidades, distanciam-se excessivamente de seus valores intrínsecos devido a notícias que provocam euforia ou desânimo excessivo nos investidores.

Jegadeesh e Titman (1993) buscaram examinar se reações de preços a fatores comuns e informações específicas das empresas afetam estratégias com portfólios vencedores e perdedores. As evidências encontradas pelos autores indicam que informações específicas da firma provocam reações exageradas dos preços das ações; em contrapartida, investidores reagem com atraso em relação a notícias comuns. Segundo Kimura (2003), esse fenômeno é denominado, na literatura, *sub-reação* e permite o desenvolvimento de “estratégias de momento” nas quais o investidor compra ativos com desempenho

passado acima da média e vende ativos com desempenho passado abaixo da média.

O modelo de Gokhale et al. (2015) busca identificar ações impactadas pelo fenômeno da *sobrerreação*. Esse fenômeno comportamental foi explorado por De Bondt e Thaler (1985) para desenvolver a estratégia de investimento denominada estratégia “*contrária*” (Kimura, 2003). Entretanto, o modelo de Gokhale et al. (2015) não utiliza o menor ou maior retorno no passado para selecionar o portfólio de investimento, mas a técnica de análise de fronteiras de eficiência e a decomposição do erro do modelo *Market Model*, como será mais bem explorado na seção 2.2.

No Brasil, Costa (1994) aplicaram o modelo utilizado por De Bondt e Thaler (1985) para detectar reações exageradas de investidores, analisando o período de 1972 a 1989. Os resultados encontrados sugeriram a existência de efeito significativo de reação exagerada no mercado brasileiro, consistente com o mercado americano. A diferença de rentabilidade entre os portfólios perdedores e vencedores foi de 25,69% após 12 meses de apuração. Depois de 24 meses, o portfólio formado por ações “*perdedoras*” obteve rentabilidade média 17,63% maior que a rentabilidade do mercado.

Santos e Santos (2005) discutiram a existência ou não de racionalidade na formação de preços dos ativos e apontam a existência de conflito entre pensamento racional e as limitações ou *idiosincrasias* humanas na tomada de decisão, relacionando outros fatores que podem influenciar a flutuação de preços das ações, tais como erro de processamento de informações, crenças e valores, visão de curto ou longo prazo e influência de analistas de mercado.

Nesse sentido, Aguiar et al. (2008) realizaram testes empíricos para a investigação de ocorrência de fenômenos de *sobrerreação* e *sub-reação* no mercado de ações brasileiro, utilizando um modelo baseado na teoria de conjuntos Fuzzy, que tem estreita relação com a teoria de finanças comportamentais, aplicado a indicadores financeiros de dois conjuntos de ações: um do setor de petróleo e petroquímica e outro do setor têxtil, relativos ao período de 1994 a 2005. Os resultados apontaram que o mercado tem ineficiências informacionais, visto que há evidências significativas de *sobrerreação* e *sub-reação*, contrariando a HME.

Gomes, Mól e Souto (2015) também utilizaram o modelo Fuzzy Comportamental para analisar a existência

de sub-reação e sobrereação nos ativos de primeira e segunda linha do mercado acionário brasileiro, com uma amostra composta de 132 ativos, sendo 59 de primeira linha e 73 de segunda linha, no período de 2004 a 2011. Os resultados sugerem desvios momentâneos (curto prazo) da HME, na forma semiforte, bem como heurísticas opostas para os ativos de primeira e segunda linha, evidenciando efeitos comportamentais não simétricos para essas categorias de ativos.

Leone e Medeiros (2015) encontraram indícios de presença de *misvaluation*, detectando que os preços de títulos nem sempre reagem imediatamente a todas as informações disponíveis (premissas da HME), e identificaram preços subavaliados para ações da NASDAQ no período de fevereiro de 1973 a junho de 1992 (bolha negativa) e preços sobreavaliados no período de dezembro de 1998 a julho de 2001 (bolha positiva).

Entretanto, apesar de evidências de *misvaluation* de ações causadas por vies comportamental (Aguilar et al., 2008; Dourado & Tabak, 2014), Pimentel (2015) aponta outros fatores específicos do mercado brasileiro de capitais, tais como a concentração de mercado, as altas taxas de juros e a alta volatilidade que podem interferir na dinâmica de precificação das ações e nos modelos de previsão de retornos.

2.2. Market Model e Fronteira Estocástica para Identificar Misvaluation

O modelo desenvolvido e utilizado por Gokhale et al. (2015) para identificar *misvaluation* de ações baseia-se no *Market Model* e na literatura de eficiência técnica e eficiência econômica, com a utilização de análise de fronteiras de eficiência e modelagem econométrica.

O *Market Model* é uma variante do Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (*Capital Asset Pricing Model* – CAPM), que é um dos modelos utilizados para analisar o risco e os retornos de ações (Richardson, Tuna & Wysocki, 2010). A partir do *Market Model*, Gokhale et al. (2015) assume, inicialmente, que os investidores são racionais e não há *misvaluation* e que o retorno de mercado de uma ação no tempo é dado pela seguinte relação linear:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + v_{it} \quad 1$$

em que R_{mt} é o retorno de mercado de um portfólio de ações e v_{it} é o termo de erro que representa o ruído branco (*white-noise*) com média 0 e variância finita e constante. Conforme Gokhale et al. (2015), o *Market Model* tem sido bastante usado em estudos de eventos para determinar o efeito de informações inesperadas sobre os retornos das ações. Os retornos anormais (*abnormal returns* – AR)

no período pós-evento correspondem à diferença entre os retornos observados e os retornos esperados, caso o evento nunca tivesse ocorrido:

$$AR_{it} = R_{it} - (\hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_i R_{mt}) \quad 2$$

em que os parâmetros alfa e beta são estimados com uma regressão dos mínimos quadrados.

A inovação trazida por Gokhale et al. (2015) foi a modificação do modelo de mercado tradicional para levar em consideração os erros sistemáticos comportamentais dos *traders*. O problema com a abordagem tradicional é que o OLS sub/superestima os retornos das ações na presença de subavaliação ou sobreavaliação no mercado. Nesse sentido, Gokhale et al. (2015) desenvolveram o modelo de mercado com termo de erro composto, conforme equação 3:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + v_{it} + \mu_{it} \quad 3$$

sendo que $\varepsilon_{it} = v_{it} + \mu_{it}$. O primeiro termo, v_{it} , tem distribuição normal e está associado com o *Market Model*. O segundo termo, μ_{it} , é um termo de erro unicaudal associado a vieses comportamentais que causam *misvaluation*, que é o foco deste trabalho. Geralmente assume-se que esse termo é independente e identicamente distribuído (i.i.d.), meio-normal e que os dois termos de erros são independentes um do outro. Quando μ_{it} é positivo, há evidências de sobreavaliação, isto é, os retornos das ações estão maiores que seus retornos baseados nos fundamentos econômicos da empresa. O inverso ocorre quando esse termo μ_{it} é negativo e há evidências de subavaliação dos ativos. Quando o valor desse termo de erro é 0, não há evidências de vieses comportamentais e o *Market Model* pode ser utilizado.

O modelo definido por Gokhale et al. (2015) permite estimar o valor fundamental dos retornos como a diferença entre o valor de mercado e o erro associado ao vies de *trading*:

$$R_{it}^* = R_{it} - \mu_{it} = R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + v_{it} \quad 4$$

O valor esperado dos retornos fundamentais é dado por:

$$E(R_{it}^*) = E(R_{it} - \mu_{it}) = \alpha_i + \beta_i R_{mt} \quad 5$$

A expressão 5 indica que, na presença de *misvaluation*, tem-se um distanciamento entre valor de mercado observado e valores fundamentais de modo que:

$$\mu_{it} = R_{it} - R_{it}^* \quad 6$$

Para estimar o erro composto, como descrito anteriormente, utiliza-se o método da máxima verossimilhança. Os modelos de subavaliação e sobreavaliação são estimados separadamente. No

caso de subavaliação, assume-se $\mu_{it} \sim N^+(0, \sigma_\mu^2)$; em sobreavaliação tem-se $\mu_{it} \sim N^-(0, \sigma_\mu^2)$.

A função de log-verossimilhança é dada por: em que T = número de períodos, σ_v^2 = variância de v_{it} ,

$$\ln L(\alpha, \beta, \sigma_v, \sigma_\mu) = -T \ln(\sigma) + \frac{T}{2} \ln\left(\frac{2}{\pi}\right) + \sum_{t=1}^T \left\{ \ln \Phi\left[\frac{s \cdot \varepsilon_{it} \lambda}{\sigma}\right] - \frac{1}{2} \left[\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma}\right]^2 \right\} \quad 7$$

σ_μ^2 = variância associada à distribuição normal da qual a meio-normal deriva, $\sigma = \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$; $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$; $\Phi(\cdot)$ = distribuição normal padrão cumulativa e s = indicador de especificação do modelo, sendo 1 para sobreavaliação e -1 para subavaliação. Por meio do método da máxima verossimilhança, é possível obter as estimativas para as variâncias, os coeficientes do modelo e seus erros padrão e, com isso, estimar-se o valor de μ_{it} ou a *misvaluation* (Greene, 2008).

A hipótese nula de inexistência de *misvaluation* ou $\sigma_\mu = 0$ pode ser verificada com um teste de razão de verossimilhanças unicaudal (Coelli, 1995). Caso a hipótese nula seja rejeitada, tem-se sobreavaliação com $\mu_{it} > 0$ subavaliação quando $\mu_{it} < 0$, conforme expressão 6. Isso apresenta duas vantagens em relação ao *Market Model*: considera a possibilidade de separar os vieses sistemáticos dos termos *white-noise* e permite testar formalmente o viés de avaliação.

A magnitude do viés de avaliação é medida pelo FVI

desenvolvido por Gokhale et al. (2015), que é definido com a média do viés estimado:

$$FVI_i = \sum_{t=1}^T \frac{\hat{\mu}_{it}}{T} \quad 8$$

em que se o valor da expressão 8 for positivo, o retorno está sobreavaliado; se for negativo, está subavaliado, e se for igual a 0 corresponde aos valores fundamentais da expressão 1. Além disso, quanto maior o valor absoluto de FVI, maior será o tamanho do viés de avaliação.

Uma limitação da utilização do modelo GTT como estratégia de investimento, segundo Gokhale et al. (2015), é que o FVI não identifica o ponto exato de mudança de tendência de uma ação, ou seja, ele determina se uma ação está subavaliada ou sobreavaliada. Dessa forma, a utilização do modelo poderá apresentar resultados negativos para estratégias de investimento de curto prazo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Amostras e Dados

Este estudo utilizou dados das empresas e índices listados na BM&FBOVESPA no período de 2005 a 2016. Os dados foram obtidos na base de dados Economatica e no *website* da BM&FBOVESPA. Coletaram-se dados de cotações diárias de fechamento das empresas listadas que fizeram parte de pelo menos uma das carteiras teóricas do Ibovespa e do IBrA, bem como de cotações de fechamento e composições das carteiras teóricas dos próprios índices.

A escolha do Ibovespa para referência de retorno de mercado na aplicação do modelo GTT foi motivada por esse índice refletir o desempenho das ações mais conhecidas pelos investidores no mercado de ações brasileiro e que seriam mais impactadas por efeitos comportamentais, ocasionando sobrereação ou sub-

reação. A utilização do IBrA como referência de retorno de mercado teve o objetivo de verificar o desempenho do modelo em um conjunto mais amplo de ações, conhecidas ou não pelos investidores. Nesse caso, o comportamento esperado é que o modelo GTT não produza resultados tão eficientes, pois investidores não seriam capazes de identificar oportunidades decorrentes de sobrereação ou sub-reação de ações devido ao grande número de ações para acompanhar.

Elaboraram-se três amostras para este estudo. A primeira, a partir das carteiras teóricas do Ibovespa, divulgadas no último quadrimestre de cada ano, no período de 2005 a 2016, composta por 115 empresas que fizeram parte de pelo menos uma de suas carteiras durante o período do estudo. Para os testes de robustez, utilizou-se uma segunda amostra do Ibovespa, considerando as

composições teóricas de todos os quadrimestres, composta por 122 empresas. A terceira amostra foi construída a partir das carteiras teóricas do IBrA no período de 2011 a 2016, composta por 189 empresas. Nessa amostra apenas as carteiras teóricas do último quadrimestre de cada ano foram utilizadas.

Os ajustes descritos por Serra, Saito e Fávero (2016) foram realizados nas três amostras em relação às empresas que mudaram de nome/código de negociação durante o período de análise. Após a extração dos dados da Economatica, os dados foram transferidos para o software estatístico R (R Core Team, 2016).

3.2 Back Testing

Para identificar *misvaluation* e oportunidades de investimento no mercado brasileiro, realizaram-se dois tipos de simulações. Na primeira, calcularam-se, anualmente, os valores dos FVI de cada ação das amostras do Ibovespa e do IBrA no período analisado, de forma similar ao Gokhale et al. (2015). Além disso, efetuou-se, para cada ação, também anualmente, o teste de razão de verossimilhança a fim de se verificar a significância dos modelos estimados. Para estimar os modelos de regressão com análise de fronteira estocástica, os testes de razão de verossimilhança e os valores dos componentes de ineficiência usados no cálculo do FVI, utilizaram-se, respectivamente, as funções *sfa* e *lrtest* do pacote Frontier do software estatístico R (R Core Team, 2016), desenvolvido em 2013 por Tim Coelli e Arne Henningsen. Procurou-se testar se a identificação de *misvaluation* proporcionava uma estratégia de investimento de médio prazo. Para isso, identificaram-se os papéis subavaliados a 1%, 5% e 10% e montadas as carteiras no início de cada ano com base na identificação do *misvaluation* do ano imediatamente anterior. As carteiras foram compostas em parcelas iguais para cada ação. Da mesma forma que no Gokhale et al. (2015), somente os casos de subavaliação foram considerados na estratégia de investimento.

Ao final de cada ano, uma nova carteira é montada, repetindo esse procedimento. Essa estratégia considera que o viés de avaliação poderá ser eliminado com o tempo. Nos anos em que nenhuma ação foi identificada como subavaliada pelo modelo, utilizou-se a taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) como referência, partindo-se da ideia de que o investidor,

nesse caso, liquidaria as ações da sua carteira e investiria em renda fixa, mais especificamente em títulos públicos, recebendo como rendimento a taxa Selic. Além disso, ao formar uma carteira com um menor número de ações, provavelmente ela terá um nível de risco mais elevado. Isso também não foi considerado aqui, apesar de os desvios dos retornos das carteiras escolhidas terem sido inferiores ao desvio do Ibovespa no período analisado.

Os custos de transação, tais como corretagens e taxas (liquidação, registro e emolumentos), foram considerados para apuração do retorno na estratégia de investimento. Para tanto, simulou-se a carteira de investimento no montante de R\$ 100 mil e taxa de corretagem fixa no valor de R\$ 10,00, nos mesmos moldes de Teixeira e Oliveira (2010). Em relação às taxas da BM&FBOVESPA (registro, liquidação e emolumentos), utilizou-se o percentual de 0,0345% para cada compra ou venda, conforme previsto no Anexo II do Ofício Circular n. 70/2008-DP, de 27 de outubro de 2008 (BM&FBOVESPA, 2008).

Um segundo grupo de simulações foi realizado apenas com a amostra do Ibovespa, que considerou todas as carteiras teóricas de todos os quadrimestres durante o período. O IBrA não foi utilizado porque esse índice somente começou a ser divulgado em maio de 2011, o que inviabilizou a montagem de um número significativo de carteiras. Assim, nesse teste foram analisadas janelas, semelhante ao trabalho de Jegadeesh e Titman (1993), com intervalos de cálculo de 12 meses e apuração do retorno nos três meses seguintes. Para formação das carteiras, a data inicial de referência para o cálculo do FVI foi mensalmente alterada e o período de apuração dos retornos foi limitado aos três meses posteriores à data de apuração do FVI. Não houve sobreposição de períodos de apuração em cada carteira individualmente.

A utilização dessa metodologia de cálculo permitiu a simulação de várias carteiras de investimento utilizando o modelo de Gokhale et al. (2015). Simularam-se carteiras nas quais o método foi aplicado por 12, 24, 36, 48 e 60 meses. Os testes foram realizados com intervalos de confiança maiores e não usuais (1%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25%) na tentativa de melhor compreender o comportamento do FVI.

Os resultados obtidos dos dois tipos de testes foram comparados entre si e também com os retornos do Ibovespa e do IBrA no mesmo período. Esses resultados são apresentados e comentados na próxima seção.

4. RESULTADOS

4.1 Análise da Aplicação da Metodologia GTT para o Ibovespa

Inicialmente, repetiu-se o teste que Gokhale et al. (2015) realizaram no mercado americano para o mercado brasileiro. Os resultados da aplicação do modelo GTT na primeira amostra de dados do Ibovespa apontam evidências de sobrereação em todos os anos do período analisado, com exceção de 2006, em que nenhum papel foi identificado subavaliado, ao menos aos níveis de

significância estatística de 1%, 5% e 10%. Exemplos de valores calculados para cada empresa, anualmente, do FVI e os p-valores dos testes de razão de verossimilhança no período de 2005 a 2009 podem ser verificados no Anexo 1.

A Tabela 1 demonstra os resultados da aplicação do modelo GTT no período de 2006 a 2016. São apresentados os retornos do Ibovespa, os retornos médios de cada carteira montada ao nível de significância de 10%, 5% e 1%, a quantidade de ativos que estavam subavaliados, bem como o fator acumulado (1 + taxa de retorno).

Tabela 1

Retornos anuais e acumulados das carteiras e do Índice Bovespa (Ibovespa) – 2006-2016

Carteira 1%	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rendimento médio (%)	13,2	26,7	-66,4	82,4	31,5	-27,1	-0,4	-4,1	0,1	-4,6	32,5
Quantidade de ações	0	3	1	3	2	2	6	9	4	5	6
Fator acumulado	1,13	1,43	0,48	0,88	1,16	0,84	0,84	0,81	0,81	0,77	1,0183 1,83%
Carteira 5%											
Rendimento médio (%)	13,2	26,7	-29,0	103,1	22,1	1,9	2,7	-7,8	5,7	-10,6	26,4
Quantidade de ações	0	3	3	8	5	4	9	19	6	11	8
Fator acumulado	1,13	1,43	1,02	2,07	2,52	2,57	2,64	2,43	2,57	2,30	2,907 190,7%
Carteira 10%											
Rendimento médio (%)	52,8	26,7	-34,7	103,1	13,5	12,7	9,7	-5,6	1,7	-13,4	24,9
Quantidade de ações	1	3	4	8	7	7	11	24	8	16	13
Fator acumulado	1,53	1,94	1,26	2,57	2,91	3,28	3,60	3,40	3,46	2,99	3,742 274,2%
Ibovespa											
Rendimento médio (%)	32,9	43,7	-41,2	82,7	1,0	-18,1	7,4	-15,5	-2,9	-13,3	38,9
Fator acumulado	1,33	1,91	1,12	2,05	2,07	1,70	1,82	1,54	1,49	1,30	1,8002 80,02%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados apresentados mostram que as duas carteiras superaram o Ibovespa em quase todos os anos do período analisado. No caso da carteira a 10%, o rendimento acumulado ao final do período foi de quase 274,54%, enquanto que o Ibovespa rendeu aproximadamente 80,02%. No caso da carteira a 5%, o rendimento total acumulado no período foi de aproximadamente 190%. Os

resultados estão alinhados com os resultados encontrados por Gokhale et al. (2015).

A Figura 1 compara os retornos anuais do Ibovespa acumulados com os retornos anuais acumulados das carteiras montadas com base no modelo de erros compostos (fronteira estocástica) utilizado neste trabalho, aos níveis de significância de 10%, 5% e 1%.

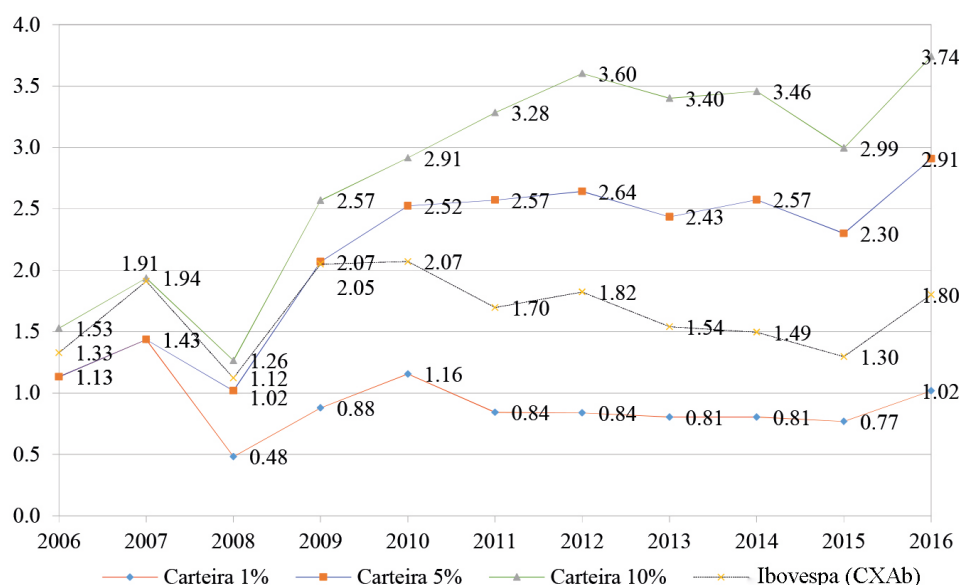


Figura 1 Comparação dos fatores acumulados do Índice Bovespa (Ibovespa) com as carteiras de 10%, 5% e 1% de significância – 2006-2016

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Análise da Aplicação da Metodologia GTT para o IBrA

Para testar outra *proxy* para a carteira de mercado, utilizou-se o IBrA em vez do Ibovespa. O IBrA busca oferecer uma visão ampla do mercado de ações brasileiro e mede o desempenho médio de todos os ativos negociados na BM&FBOVESPA que atendam aos critérios mínimos de liquidez e negociação (BM&FBOVESPA, 2017). Nesse caso, espera-se que a estratégia de investimento não produza resultados tão eficientes – devido à

quantidade de empresas no IBrA ser maior, muitas delas desconhecidas da maioria dos investidores –, o que pode retardar o tempo de reação dos investidores, reduzindo a rentabilidade ocasionada pelo aproveitamento dos efeitos da sobrereação.

Os resultados da aplicação do modelo no período de 2012 a 2016 são apresentados na Tabela 2, revelando um grande número de ações com evidências de subavaliação (ao nível de significância de 10%, 5% ou 1%) no período analisado, sendo que em 2013 esse número é consideravelmente maior.

Tabela 2

Retornos anuais e acumulados das carteiras e do Índice Brasil Amplo (IBrA) – 2012-2016

Carteira 1%	2012	2013	2014	2015	2016
Rendimento médio (%)	-9,6	-15,5	-20,9	-22,3	35,7
Quantidade de ações	13	19	12	11	10
Fator acumulado	0,90	0,76	0,60	0,47	0,64
					-36,24%
Carteira 5%					
Rendimento médio (%)	-0,8	-14,9	-15,0	-18,8	27,1
Quantidade de ações	22	35	18	20	14
Fator acumulado	0,99	0,84	0,72	0,58	0,74
					-25,93%
Carteira 10%					
Rendimento médio (%)	4,78	-12,45	-16,76	-13,37	28,46
Quantidade de ações	28	44	24	30	22
Fator acumulado	1,05	0,92	0,76	0,66	0,85
					-15,02%
IBrA					
Rendimento médio (%)	13,65	-3,55	-3,07	-12,69	36,87
Fator acumulado	1,14	1,10	1,06	0,93	1,27
					26,96%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 2 compara os retornos anuais do IBrA acumulados com os retornos anuais acumulados das carteiras montadas com base no modelo de erros

compostos (fronteira estocástica) utilizado neste trabalho, aos níveis de significância de 10%, 5% e 1%.

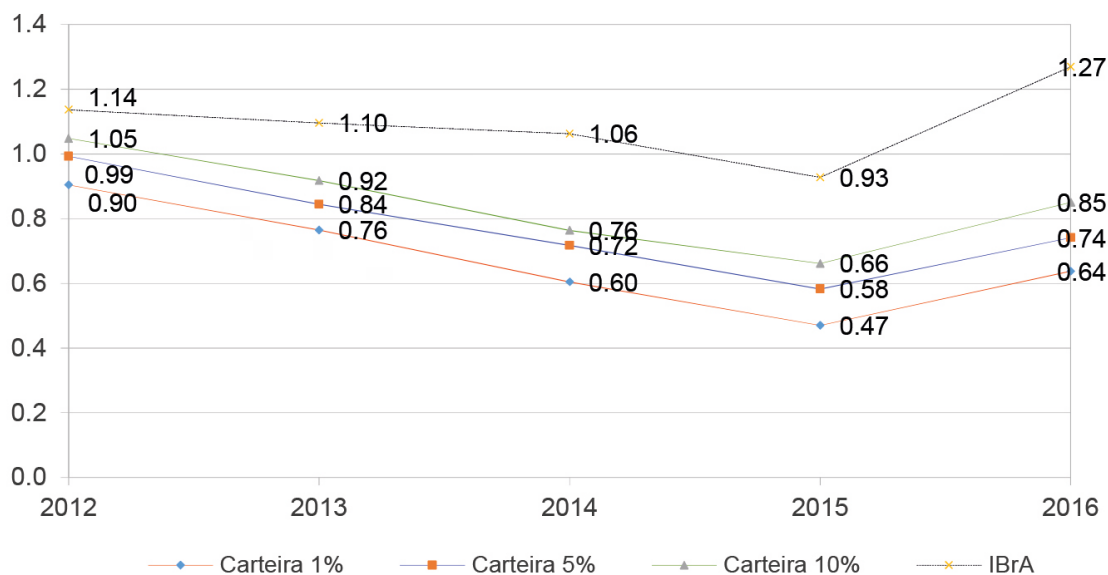


Figura 2 Comparação dos fatores acumulados do Índice Brasil Amplo (IBrA) com as carteiras de 10%, 5% e 1% de significância – 2012-2016

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados apresentados na Tabela 2 e na Figura 2 mostram que as carteiras montadas utilizando o IBrA como *proxy* para os retornos do mercado não superaram o Ibovespa em nenhum dos anos do período analisado. No caso das carteiras a 10%, o rendimento acumulado final do período foi negativo em aproximadamente -15,02%, muito abaixo do retorno acumulado do IBrA (26,96). No caso das carteiras a 5%, o rendimento total acumulado no período foi negativo em aproximadamente -25,90%.

As evidências encontradas por Gomes et al. (2015), como heurísticas opostas para os ativos de primeira e segunda linha, ou seja, efeitos comportamentais não simétricos para essas categorias de ativos, podem ser uma possível explicação dos resultados negativos da aplicação do modelo GTT com ativos do IBrA.

4.3 Análise da Aplicação da Metodologia GTT para o Ibovespa – Simulação de Janelas

Para testar a robustez do modelo GTT, simulou-se investimento em diversas carteiras com múltiplos horizontes temporais. Inicialmente, o FVI foi calculado por um período de 12 meses e o retorno nos três meses seguintes, com o rebalanceamento da carteira realizado trimestralmente. A Tabela 3 mostra o resultado dos retornos acumulados médios (bruto e líquido de corretagem) das carteiras, com distribuição meio-normal, com horizonte temporal de 12, 24, 36, 48 e 60 meses, bem como para níveis de significância de 1%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25%, conforme descrito no item 3.2.

Os resultados mostram que, nas carteiras mais longas, especialmente nas de 60 meses, os retornos médios tendem a ser maiores, de modo que, nessas carteiras, a diferença para o Ibovespa tende a ser maior.

Tabela 3

Retornos acumulados (bruto e líquido) com rebalanceamento trimestral e janelas móveis, custo estimado de corretagem e retorno acumulado do Índice Bovespa (Ibovespa) – Distribuição meio-normal

Nível de significância (%)	Horizonte temporal das carteiras (meses)	Retorno bruto (média) (%)	Corretagem (média) (%)	Retorno líquido (média) (%)	Retorno do Ibovespa (média) (%)	Diferença retorno líquido (-) Ibovespa (média) (%)
1,0	12	3,6	0,0309	3,4	6,8	-3,4
	24	-3,8	0,0314	-4,0	6,6	-10,6
	36	-11,7	0,0315	-12,0	5,9	-17,9
	48	-18,2	0,0314	-18,6	9,4	-28,0
	60	-23,5	0,0306	-24,0	7,5	-31,5
5,0	12	11,3	0,0564	11,0	6,8	4,2
	24	8,4	0,0580	7,9	6,6	1,4
	36	6,4	0,0590	5,6	5,9	-0,3
	48	10,0	0,0595	8,9	9,4	-0,4
	60	11,7	0,0585	10,4	7,5	2,9
10,0	12	14,5	0,0747	14,1	6,8	7,3
	24	16,6	0,0766	15,9	6,6	9,4
	36	20,4	0,0773	19,3	5,9	13,4
	48	30,6	0,0774	29,1	9,4	19,7
	60	37,5	0,0766	35,5	7,5	28,0
15,0	12	12,1	0,0879	11,8	6,8	5,0
	24	13,2	0,0894	12,5	6,6	5,9
	36	16,3	0,0898	15,1	5,9	9,2
	48	26,1	0,0896	24,4	9,4	15,0
	60	31,0	0,0890	28,8	7,5	21,2
20,0	12	11,0	0,0988	10,6	6,8	3,8
	24	11,7	0,1003	10,8	6,6	4,2
	36	14,7	0,1009	13,4	5,9	7,5
	48	24,2	0,1010	22,3	9,4	12,9
	60	28,8	0,1004	26,4	7,5	18,9
25,0	12	9,9	0,1057	9,4	6,8	2,6
	24	8,5	0,1073	7,6	6,6	1,1
	36	10,1	0,1082	8,7	5,9	2,8
	48	17,5	0,1084	15,6	9,4	6,2
	60	20,4	0,1080	17,9	7,5	10,4

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com relação ao nível de significância, os resultados das simulações revelam que o nível de 10% é o que apresenta retornos médios da carteira maiores que mais superam o Ibovespa. Por exemplo, para o nível de 10%, as carteiras de 60 meses obtiveram ganho médio de 28 pontos percentuais acima do Ibovespa. Os resultados para o nível de significância de 1% e 5%, em geral, foram muito piores que os demais níveis.

A Tabela 4 mostra os resultados das mesmas simulações, entretanto com a distribuição normal truncada. Embora ligeiramente piores, de modo geral, os resultados são parecidos com os da distribuição meio-normal, sendo as carteiras mais longas (48 e 60 meses), ao nível de significância de 15%, as de melhor desempenho.

Tabela 4

Retornos acumulados (bruto e líquido) com rebalanceamento trimestral e janelas móveis, custo estimado de corretagem e retorno acumulado do Índice Bovespa (Ibovespa) – Distribuição normal truncada

Nível de significância (%)	Horizonte temporal das carteiras (meses)	Retorno bruto (média) (%)	Corretagem (média) (%)	Retorno líquido (média) (%)	Retorno do Ibovespa (média) (%)	Diferença retorno líquido (-) Ibovespa (média) (%)
1,0	12	8,1	0,0318	8,0	6,8	1,2
	24	3,6	0,0323	3,3	6,6	-3,2
	36	-5,2	0,0328	-5,6	5,9	-11,5
	48	-12,0	0,0326	-12,5	9,4	-21,9
	60	-20,3	0,0318	-20,8	7,5	-28,3
5,0	12	9,1	0,0573	8,8	6,8	2,0
	24	3,9	0,0587	3,4	6,6	-3,2
	36	0,5	0,0595	-0,2	5,9	-6,1
	48	2,5	0,0596	1,5	9,4	-7,9
	60	1,3	0,0583	0,1	7,5	-7,4
10,0	12	12,1	0,0690	11,8	6,8	5,0
	24	11,7	0,0705	11,1	6,6	4,5
	36	13,9	0,0710	13,0	5,9	7,1
	48	21,5	0,0709	20,2	9,4	10,8
	60	25,7	0,0698	24,0	7,5	16,5
15,0	12	13,1	0,0787	12,8	6,8	6,0
	24	14,4	0,0802	13,8	6,6	7,2
	36	18,1	0,0806	17,0	5,9	11,1
	48	28,4	0,0805	26,9	9,4	17,5
	60	34,8	0,0796	32,8	7,5	25,3
20,0	12	12,3	0,0886	11,9	6,8	5,2
	24	12,6	0,0900	11,9	6,6	5,3
	36	15,0	0,0906	13,8	5,9	7,9
	48	24,0	0,0905	22,3	9,4	12,9
	60	28,3	0,0899	26,1	7,5	18,5
25,0	12	10,9	0,0940	10,5	6,8	3,8
	24	11,6	0,0958	10,7	6,6	4,2
	36	14,3	0,0971	13,0	5,9	7,1
	48	23,0	0,0974	21,2	9,4	11,8
	60	27,2	0,0972	24,8	7,5	17,3

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 5 mostra os resultados dos retornos acumulados com rebalanceamento anual das carteiras, utilizando a distribuição normal truncada como alternativa ao rebalanceamento trimestral, cujos resultados foram apresentados nas tabelas 3 e 4.

Os resultados da Tabela 5 mostram que, ao nível de 10% de significância e nas carteiras com períodos mais longos, obtêm-se retornos muito maiores que o

Ibovespa e também retornos maiores que os obtidos com rebalanceamento trimestral.

Por exemplo, nas carteiras com 60 períodos, com 10% de significância do FVI, as carteiras obtiveram um retorno médio de 62,8 pontos percentuais acima do Ibovespa. Além disso, nessas simulações com rebalanceamento anual, houve menor variabilidade nos retornos médios acumulados das carteiras, de modo que foi possível ganhar do Ibovespa em praticamente todas as simulações.

Tabela 5

Retornos acumulados (bruto e líquido) com rebalanceamento anual e janelas móveis, custo estimado de corretagem e retorno acumulado do Índice Bovespa (Ibovespa) – Distribuição normal truncada

Nível de significância (%)	Horizonte temporal das carteiras (meses)	Retorno bruto (média) (%)	Corretagem (média) (%)	Retorno líquido (média) (%)	Retorno do Ibovespa (média) (%)	Diferença retorno líquido (-) Ibovespa (média) (%)
1,0	12	21,4	0,0500	21,3	6,8	14,5
	24	31,0	0,0565	30,8	6,6	24,2
	36	43,2	0,0613	42,9	5,9	37,0
	48	44,0	0,0619	43,6	9,4	34,2
	60	50,7	0,0621	50,2	7,5	42,7
5,0	12	15,6	0,0950	15,4	6,8	8,6
	24	20,5	0,1067	20,1	6,6	13,6
	36	30,5	0,1145	29,9	5,9	24,0
	48	34,8	0,1169	34,0	9,4	24,6
	60	42,7	0,1167	41,7	7,5	34,2
10,0	12	20,4	0,1238	20,1	6,8	13,3
	24	30,5	0,1383	29,9	6,6	23,4
	36	45,4	0,1473	44,6	5,9	38,7
	48	55,7	0,1506	54,6	9,4	45,2
	60	71,8	0,1504	70,3	7,5	62,8
15,0	12	19,4	0,1410	19,0	6,8	12,2
	24	28,3	0,1569	27,7	6,6	21,1
	36	42,9	0,1666	42,0	5,9	36,1
	48	51,9	0,1705	50,7	9,4	41,3
	60	65,9	0,1705	64,3	7,5	56,8
20,0	12	19,2	0,1572	18,8	6,8	12,0
	24	28,4	0,1743	27,8	6,6	21,2
	36	43,0	0,1850	42,0	5,9	36,1
	48	51,9	0,1897	50,5	9,4	41,1
	60	65,9	0,1901	64,1	7,5	56,6
25,0	12	18,4	0,1711	18,0	6,8	11,2
	24	27,3	0,1883	26,6	6,6	20,0
	36	41,3	0,1994	40,2	5,9	34,3
	48	50,2	0,2043	48,7	9,4	39,3
	60	63,9	0,2050	62,0	7,5	54,4

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4 Outros Testes

O modelo GTT foi utilizado para detectar possível sobreavaliação no mercado de ações brasileiro no período do estudo. Contudo, os retornos obtidos com as carteiras

montadas com base nessas estimações foram menores do que os retornos do Ibovespa no período analisado, ou seja, o modelo de mercado com erro composto utilizado neste trabalho, tanto com a *proxy* do Ibovespa quanto com a *proxy* do IBrA, não conseguiu captar adequadamente as

possíveis sobreavaliações das ações incluídas na amostra utilizada. Tal fato poderá ser objeto de futuros estudos para entender os motivos pelos quais o modelo GTT não obteve desempenho satisfatório na detecção de sobreavaliação de ativos.

Por fim, o modelo GTT foi testado como estratégia de investimento de curto prazo. O FVI foi calculado para um período de 12 semanas e o retorno foi medido nas três semanas seguintes, também em janelas. Simularam-se 522 carteiras por 12 meses cada, de 2005 a 2016. O retorno médio das carteiras ficou negativo em 5,84% em relação ao retorno do Ibovespa, a 10% de

significância e considerando os custos de transação. Também foi calculado o FVI para o curtíssimo prazo (período de quatro semanas de cálculo e uma semana para retorno) a 10% de significância e considerando os custos de transação; o retorno médio das carteiras ficou negativo em 18,7%. Essas evidências confirmam as suposições de Gokhale et al. (2015), que indicavam para um desempenho negativo com a aplicação do modelo para estratégias de investimento de curto prazo, tendo em vista que o modelo não identifica o ponto de mudança de tendência de uma ação, apenas informa se ela está subavaliada ou sobreavaliada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo discutiu a aplicação do modelo GTT para avaliação de ativos no mercado de capitais brasileiro. O modelo captura os erros sistemáticos dos *traders* comportamentais e detecta vieses de subavaliação nos preços das ações.

Os resultados encontrados foram consistentes com os resultados da aplicação do mesmo método para empresas americanas pertencentes ao Índice DOW 30 e confirmaram as expectativas de que o modelo de erros compostos seria capaz de captar possíveis vieses comportamentais que pudessem estar causando *misvaluation* no mercado de ações brasileiro.

Os desempenhos das carteiras montadas com base nesse modelo superaram em muito a carteira de mercado (Ibovespa) no período analisado. No caso da carteira baseada no FVI a 10% de significância, o rendimento acumulado final do período de 2006 a 2016 foi de aproximadamente 274%, enquanto que o Ibovespa rendeu aproximadamente 80%.

O modelo não foi adequado quando o IBrA foi utilizado para ser referência da carteira de mercado. O retorno acumulado das carteiras anuais, a 10% de significância, foi negativo em aproximadamente -15,02%, enquanto o IBrA rendeu 26,96% no período. No caso da carteira a 5%, o rendimento total acumulado no período foi negativo em aproximadamente -25,93%.

O estudo de janelas de tempo demonstrou a possibilidade da utilização da metodologia indicando médias de retornos positivas em relação ao Ibovespa, tanto na apuração trimestral do retorno quanto na apuração

anual do retorno. Por exemplo, a 10% de significância, carteiras simuladas por 12 meses (12 meses de cálculo de FVI e três meses de retorno) renderam em média 7,3% a mais que o Ibovespa.

Os testes do modelo no curto prazo confirmaram as suposições de Gokhale et al. (2015) e apresentaram resultados insatisfatórios. No cálculo do FVI por 12 semanas e apuração do retorno em três semanas, as carteiras simuladas apresentaram retorno médio negativo de 5,84% em relação ao Ibovespa, a 10% de significância e considerando os custos de transação.

Por fim, a aplicação da metodologia para identificar episódios de sobreavaliação no mercado brasileiro apresentou resultados inconsistentes, não sendo viável como estratégia de investimento.

Estudos posteriores poderiam aprofundar a análise do modelo modificando a frequência dos dados analisados, com retornos intradiários e montagem de carteiras mensais ou semestrais, variando o período de cálculo e o período de apuração de retornos. Os efeitos de momentos de crise econômica sobre o modelo GTT também podem ser objeto de novos estudos (Piccoli et al., 2015).

Outras possibilidades incluem estimar o modelo de sobreavaliação em paralelo ao de subavaliação e, assim, adotar uma estratégia mista de compra e venda e observar os retornos obtidos nesses moldes (estratégia contrária), e utilizar outro modelo de precificação alternativamente ao modelo de mercado, a fim de buscar melhorar o ajuste do modelo e melhor estimação do componente de erro associado à *misvaluation*.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, R. A., Sales, R. M., & Sousa, L. A. D. (2008). Um modelo Fuzzy comportamental para análise de sobre-reação e sub-reação no mercado de ações brasileiro. *RAE – Revista de Administração de Empresas*, 48(3), 8-22.
- Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (2008). *Ofício Circular nº 70/2008-DP. Alteração na Política de Tarificação de Produtos e Serviços da BM&FBOVESPA*. Recuperado de http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/regulacao/oficios-e-comunicados/.
- Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (2017). Índices amplos. Recuperado de http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-amplos/.
- Coelli, T. (1995). Estimators and hypothesis tests for a stochastic frontier function. A Monte Carlo analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 6(3), 247-268.
- Coelli, T., & Henningsen, A. (2017). Frontier: Stochastic Frontier Analysis. R package version 1.1-2. Recuperado de <https://CRAN.R-Project.org/package=frontier>.
- Costa, N. C. A., Jr. (1994). Overreaction in the Brazilian stock market. *Journal of Banking & Finance*, 18(4), 633-642.
- De Bondt, W. F., & Thaler, R. (1985). Does the stock market overreact? *The Journal of Finance*, 40(3), 793-805.
- Dourado, G. A., & Tabak, B. M. (2014). Teste da hipótese de mercados adaptativos para o Brasil. *Revista Brasileira de Finanças*, 12(4), 517-553.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Gokhale, J., Tremblay, C. H., & Tremblay, V. J. (2015). Misvaluation and behavioral bias in financial markets. *Journal of Behavioral Finance*, 16(4), 344-356.
- Gomes, A., Mól, A., & Souto, M. (2015). Análise da sobre-reação e sub-reação nos ativos de primeira e segunda linha do mercado acionário brasileiro. *Revista Universo Contábil*, 11(3), 85-109.
- Greene, W. H. (2008). The econometric approach to efficiency analysis. In Fried, H. O., Lovell, C., & Schmidt S. S (Eds.), *The measurement of productive efficiency and productivity growth* (pp. 92-250). New York/NY: Oxford University.
- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: implications for stock market efficiency. *The Journal of Finance*, 48(1), 65-91.
- Kimura, H. (2003). Aspectos comportamentais associados às reações do mercado de capitais. *RAE-eletrônica*, 2(1), 1-14.
- Leone, V., & de Medeiros, O. R. (2015). Signalling the Dotcom bubble: a multiple changes in persistence approach. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 55(2015), 77-86.
- Leybourne, S., Kim, T. H., & Taylor, A. R. (2007). Detecting multiple changes in persistence. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 11(3), 1-32.
- Piccoli, P. G. R., Souza, A., da Silva, W. V., & Cruz, J. A. W. (2015). Revisitando as estratégias de momento: o mercado brasileiro é realmente uma exceção? *Revista de Administração*, 50(2), 183-195.
- Pimentel, R. C. (2015). Lucros inesperados, retorno das ações e risco no mercado de capitais brasileiro. *Revista Contabilidade & Finanças*, 26(69), 290-303.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de <https://www.R-project.org/>.
- Rabelo, T. S., Jr., & Ikeda, R. H. (2004). Mercados eficientes e arbitragem: um estudo sob o enfoque das finanças comportamentais. *Revista Contabilidade & Finanças*, 15(34), 97-107.
- Richardson, S., Tuna, İ., & Wysocki, P. (2010). Accounting anomalies and fundamental analysis: a review of recent research advances. *Journal of Accounting and Economics*, 50(2), 410-454.
- Santos, J. O. D., & Santos, J. A. R. D. (2005). Mercado de capitais: racionalidade versus emoção. *Revista Contabilidade & Finanças*, 16(37), 103-110.
- Serra, R. G., Saito, A. T., & Fávero, L. P. L. (2016). Nova metodologia do Ibovespa, betas e poder explicativo dos retornos das ações. *Revista de Contabilidade e Organizações*, 10(27), 71-85.
- Shiller, R. J. (2003). From efficient markets theory to behavioral finance. *The Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 83-104.
- Teixeira, L. A., & Oliveira, A. L. I. (2010). A method for automatic stock trading combining technical analysis and nearest neighbor classification. *Expert Systems with Applications*, 37(10), 6885-6890.

ANEXO 1

Modelo de subavaliação e teste de razão de verossimilhança – Índice Bovespa (Ibovespa) – 2005-2009

Ação	2005		2006		2007		2008		2009	
	p-valor	FVI	p-valor	FVI	p-valor	FVI	p-valor	FVI	p-valor	FVI
ABEV3	0,000	-200,3 ^a	0,499	-0,6	0,001	-121,9 ^a	0,499	-1,6	0,023	-110,7 ^a
ACES4	1,000	-31,3	0,499	-0,7	0,499	-0,5	1,000	-28,3		
ALLL11	1,000	-35,5	1,000	-39,6	1,000	-33,1	0,198	-204,8	0,499	-1,9
ALLL3			0,499	-4,1	0,499	-2,1	0,499	-4,3	0,006	-451,3 ^a
AMBV4	0,499	-1,2	0,499	-2,0	0,137	-100,7	0,299	-123,4	0,010	-128,6 [*]
ARCE3	0,499	-2,0	1,000	-34,6	1,000	-32,0				
ARCZ6	0,499	-1,9	0,499	-0,8	1,000	-31,4	0,001	-309,2 [*]	0,499	-2,4
BBAS3	1,000	-33,6	0,499	-1,0	1,000	-30,4	0,499	-3,3	0,013	-141,4 ^{**}
BBDC3	1,000	-33,0	0,499	-1,7	0,499	-0,8	0,387	-97,2	0,081	-94,7 ^a
BBDC4	1,000	-30,4	0,499	-0,6	0,385	-52,6	1,000	-32,0	0,006	-107,4 [*]
BISA3			0,499	-0,8	0,499	-2,1	0,019	-243,9 ^a	0,499	-0,9
BNCA3	0,499	-0,8	1,000	-40,3	0,116	-131,4	0,499	-0,8	0,001	-102,6 ^a
BRAP4	1,000	-31,7	0,499	-1,0	0,216	-84,9	1,000	-35,3	0,499	-0,9
BRFS3			0,499	-0,8	1,000	-39,2	0,499	-1,6	0,499	-1,2
BRKM5	1,000	-35,0	1,000	-36,8	1,000	-34,4	0,499	-2,1	0,499	-1,5
BRML3					0,260	-192,7	0,499	-2,0	0,162	-161,1
B RTP3	0,095	-147,6 ^{***}	0,001	-228,4 [*]	1,000	-40,5	1,000	-40,0	0,000	-308,9 ^a
B RTP4	1,000	-32,9	1,000	-32,4	1,000	-32,5	0,115	-240,2	0,499	-3,4
BTOW3					0,003	-219,5 [*]	0,375	-148,8	0,499	-1,3
BVMF3							0,499	-4,2	0,475	-64,6
CCRO3	0,150	-124,3	0,324	-137,8	0,101	-142,2	0,499	-1,7	1,000	-37,4
CESP6			1,000	-29,4	1,000	-39,4	0,000	-379,8 [*]	1,000	-35,9
CIEL3									0,499	-1,0
CLSC4	1,000	-34,9	1,000	-32,7	0,499	-0,7	0,289	-99,8	0,499	-0,8
CMET4	0,422	-70,8	0,499	-1,9						
CMIG4	0,499	-2,8	0,499	-2,5	0,499	-1,0	0,004	-203,9 [*]	0,317	-89,2
CPFE3	1,000	-31,7	0,439	-59,9	0,499	-0,9	0,011	-182,6 ^{**}	0,117	-95,9
CPLE6	1,000	-34,9	1,000	-31,9	0,351	-84,9	0,196	-143,9	0,213	-92,9
CRTP5	1,000	-33,8	0,499	-1,3						
CRUZ3	0,499	-1,9	1,000	-36,5	1,000	-36,0	0,499	-1,5	1,000	-32,2
CSAN3	0,500	-0,9	0,500	-5,2	0,181	-166,0	0,017	-298,4 ^{**}	0,499	-2,0
CSNA3	0,499	-1,4	0,499	-0,7	0,499	-1,0	0,499	-0,9	0,499	-1,3
CSTB4	0,116	-157,7								
CTIP3									0,234	-205,3
CYRE3	0,499	-1,0	0,157	-200,8	0,499	-2,0	0,025	-272,8 ^{**}	0,169	-181,6
DASA3	1,000	-40,5	1,000	-5,2	1,000	-35,0	0,499	-2,1	1,000	-30,4
DTEX3					0,160	-258,0	0,004	-277,7 ^a	0,499	-0,6
DURA4	1,000	-39,0	0,499	-2,5	0,224	-124,1	0,389	-151,5	0,300	-137,3
EBTP4	0,499	-1,4	1,000	-37,0	0,499	-0,9	0,499	-2,8	0,499	-1,0
EGIE3	0,499	-1,8	1,000	-35,6	0,499	-1,6	0,499	-1,9	0,480	-59,3
ELET3	1,000	-36,0	1,000	-38,4	1,000	-33,7	0,499	-1,1	1,000	-35,5
ELET6	1,000	-34,3	1,000	-36,4	1,000	-30,8	0,499	-1,6	0,499	-0,7
ELPL4			1,000	-26,7	0,499	-1,8	0,264	-156,1	1,000	-32,2
EMBR3	0,499	-2,0	1,000	-34,2	0,176	-100,0	0,499	-1,7	0,499	-2,6
EMBR4	1,000	-32,4	0,482	-54,9						
ENBR3	0,499	-0,9	0,499	-3,1	0,053	-147,5 ^a	0,499	-1,4	1,000	-30,2
EQTL3							0,499	-2,1	1,000	-34,3
ESTC3							0,281	-230,5	0,499	-2,4
EVEN3					0,499	-1,8	0,499	-2,6	0,499	-3,9
FIBR3									0,499	-1,5
GFSA3			0,499	-0,8	0,499	-1,9	0,027	-306,3 ^{**}	0,499	-1,9
GGBR4	0,499	-0,7	0,499	-1,4	0,500	-1,6	0,275	-117,7	0,499	-1,2
GOAU4	1,000	-30,3	0,499	-1,1	0,394	-63,4	0,365	-103,0	0,500	-1,8
GOLL4	0,499	-1,8	0,499	-1,1	1,000	-39,6	0,499	-1,8	0,499	-1,6

ANEXO 1

Cont.

Ação	2005		2006		2007		2008		2009	
	p-valor	FVI	p-valor	FVI	p-valor	FVI	p-valor	FVI	p-valor	FVI
HGTX3			0,499	-1,3	0,499	-1,0	0,499	-3,1	0,499	-2,1
HYPE3							0,274	-192,3	0,371	-129,7
ITSA4	0,499	-1,2	0,499	-1,1	0,499	-0,8	1,000	-40,6	0,151	-96,7
ITUB4	0,499	-2,3	1,000	-2,9	0,499	-0,7	1,000	-40,9	0,062	-109,8***
JBSS3					0,050	-220,8 ^a	0,499	-3,6	0,499	-2,7
KLBN4	1,000	-35,1	1,000	-33,0	0,176	-127,5	0,499	-1,6	0,499	-1,4
LAME4	1,000	-35,8	0,499	-1,6	1,000	-35,0	0,499	-1,5	1,000	-34,8
LIGT3	0,499	-1,8	0,002	-254,4*	0,307	-110,0	0,499	-1,0	0,326	-85,8
LREN3	0,499	-0,7	0,499	-1,2	0,126	-160,9	0,009	-307,1*	0,499	-3,3
MMXM3			0,499	-0,4	0,378	-110,5	0,499	-2,7	0,499	-1,4
MRFG3					0,499	-1,0	0,000	-292,2 ^a	0,499	-1,7
MRVE3					0,499	-1,2	0,455	-138,2	0,299	-172,8
MULT3					0,023	-262,0 ^a	0,207	-180,8	1,000	-37,3
NATU3	0,499	-1,2	0,499	-1,6	0,010	-173,4**	0,499	-2,2	0,018	-137,4**
NETC4	0,499	-2,8	1,000	-32,9	0,035	-164,8**	0,026	-248,4**	0,499	-2,8
OGXP3							0,499	-2,9	1,000	-6,3
OIBR4	0,499	-0,6	1,000	-31,9	1,000	-32,6	0,243	-195,6	0,117	-138,3
PCAR4	0,235	-101,3	1,000	-35,1	0,499	-1,1	1,000	-40,6	0,499	-1,0
PDGR3					0,075	-184,4 ^a	0,499	-6,6	1,000	-8,2
PETR3	0,358	-77,3	0,287	-78,0	0,499	-0,4	1,000	-39,4	0,499	-1,0
PETR4	0,135	-97,9	0,301	-65,8	0,499	-0,4	1,000	-36,7	0,499	-0,8
POMO4	1,000	-31,2	0,499	-0,7	1,000	-37,9	0,499	-2,7	0,499	-1,5
PRGA4	0,500	-6,2	0,048	-332,9 ^a						
PRML3							0,499	-3,7	0,499	-0,8
PTIP4	1,000	-33,3	1,000	-31,7	0,116	-125,9				
RADL3					0,232	-223,8	0,499	-1,8	1,000	-38,9
RDCD3					0,499	-0,4	0,499	-4,7	0,096	-192,9***
RENT3	1,000	-31,8	0,499	-1,6	0,499	-1,4	0,105	-275,2	1,000	-39,6
RSID3	0,499	-2,6	0,274	-167,2	0,499	-1,6	0,108	-288,6	0,037	-208,5**
SANB11									0,499	-1,1
SBSP3	1,000	-32,5	1,000	-34,8	0,499	-3,2	0,499	-3,2	1,000	-38,1
SDIA4	0,331	-108,3	0,499	-3,3	1,000	-35,7	0,000	-404,1*	0,499	-1,2
SUZB5	1,000	-33,4	1,000	-34,6	1,000	-30,5	0,187	-143,2	0,499	-1,1
TAMM4	0,413	-121,7	0,499	-0,8	0,150	-150,3	0,499	-6,2	0,499	-1,1
TCOC4	1,000	-37,4	0,499	-1,1						
TCSL4	1,000	-34,0	1,000	-39,8	1,000	-33,7	0,499	-1,9	1,000	-39,5
TESA3					0,499	-1,1	0,499	-2,2	0,499	-1,0
TIMP3	0,016	-215,8 ^a	0,111	-172,9	0,499	-1,1	0,375	-161,8	0,079	-170,9 ^a
TMAR5	0,499	-0,8	1,000	-30,8	1,000	-31,7	0,323	-162,7	0,499	-3,2
TMCP4	1,000	-37,6	0,499	-1,1	1,000	-35,2	1,000	-33,1	1,000	-35,4
TNLP3	0,499	-1,0	0,004	-227,6*	1,000	-39,6	0,499	-1,6	0,392	-84,6
TNLP4	0,499	-0,5	0,499	-1,1	0,499	-0,7	0,499	-1,6	0,499	-3,0
UBBR11	1,000	-32,0	0,499	-1,1	0,499	-0,7	0,499	-2,1	0,390	-127,8
USIM3	1,000	-36,9	1,000	-37,9	1,000	-4,4	0,499	-1,7	0,499	-3,5
USIM5	1,000	-31,1	0,499	-0,9	0,499	-1,5	1,000	-41,0	1,000	-31,4
VALE3	1,000	-28,8	0,499	-1,3	0,087	-95,1***	1,000	-34,0	0,291	-65,9
VALE5	0,499	-1,1	0,432	-48,2	0,154	-74,6	0,499	-1,3	0,465	-36,3
VCPA4	0,499	-0,8	1,000	-32,9	1,000	-31,9	0,141	-205,4	0,287	-206,8
VIVO4	1,000	-39,3	0,499	-1,8	0,499	-1,2	0,372	-141,4	0,368	-95,2
VIVT4	1,000	-32,1	0,499	-1,0	0,243	-102,4	0,388	-104,9	0,499	-1,3

*, **, ***: significativo a 1%, 5% e 10%, respectivamente; a: ativo não participante da carteira do Ibovespa no ano em questão.
FVI = Fundamental Valuation Index (Índice Fundamental de Avaliação).

Fonte: Elaborado pelos autores.