



Revista de Administração Contemporânea

ISSN: 1415-6555

ISSN: 1982-7849

Associação Nacional dos Programas de Pós-graduação
em Administração

Fonseca, Simone Evangelista; Fernandes, Anderson
Rocha; Cunha, Cristiana Lara; Iquiapaza, Robert Aldo
Fundos de Investimento: *Performance* Aplicando Modelo Carhart e Análise Envoltória de Dados
Revista de Administração Contemporânea, vol. 22, núm. 3, 2018, Maio-Junho, pp. 355-379
Associação Nacional dos Programas de Pós-graduação em Administração

DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2018170174>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84057857004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

UABM redalyc.org

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

ASSOCIAÇÃO
NACIONAL
DE
PÓS-GRADUAÇÃO
E PESQUISA
EM ADMINISTRAÇÃO

ANPAD



Disponível em
<http://www.anpad.org.br/rac>

RAC, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, art. 3,
pp. 355-379, maio/junho, 2018,
<http://dx.doi.org/10.1590/1982-7849rac2018170174>



Fundos de Investimento: *Performance* Aplicando Modelo Carhart e Análise Envoltória de Dados

Investment Funds: Performance using Carhart Model and Data Envelopment Analysis

Simone Evangelista Fonseca¹
Anderson Rocha Fernandes¹
Cristiana Lara Cunha²
Robert Aldo Iquiapaza¹

Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração, Belo Horizonte, MG, Brasil¹

Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Administração, São Paulo, SP, Brasil²

Artigo recebido em 03.06.2017. Última versão recebida em 29.10.2017. Aprovado em 16.12.2017.

Resumo

Este estudo avalia o desempenho de fundos de investimento brasileiros em ações, comparando retornos reais e indicadores paramétricos e não paramétricos de *performance*. A estimativa de desempenho e classificação dos fundos foi realizada com base na observação dos retornos reais e dos alfas obtidos do modelo de regressão linear paramétrica, de Carhart. Os indicadores foram comparados com os *scores* de eficiência relativa da análise envoltória de dados, do modelo não paramétrico de Banker, Charnes e Cooper. Os alfas foram estimados considerando os impactos dos fatores de **mercado, tamanho, valor e momento** nos retornos reais de cada fundo e os *scores*, tendo como insumos **risco sistêmico, recursos disponíveis, custos e risco total**, e, como produto de análise, os **retornos**. Identificou-se queda de *performance* dos fundos, apontada pela literatura, alta correlação dos alfas com os retornos reais, baixa correlação dos *scores* com retornos e mais baixa correlação entre alfas e *scores*. Isso indica que a escolha da medida de avaliação a ser utilizada consiste em uma importante etapa da seleção de ativos. Montaram-se, ainda, carteiras teóricas pautadas na eficiência e alfas identificando-se *performance* superior das carteiras baseada na eficiência, sendo que nenhuma delas superou a carteira de mercado.

Palavras-chave: *performance*; retornos reais; alfas; *scores* de eficiência.

Abstract

This study evaluates the performance of Brazilian investment funds in stocks, comparing real returns and performance indicators, both parametric and non-parametric. The estimation of performance and classification of funds were realized with a basis in observation of real returns and the alphas obtained from Carhart's parametric linear regression model. The indicators were compared with data envelopment analysis' relative efficiency scores, the Banker, Charnes and Cooper non parametric model. The alphas were estimated considering the impacts of **market factors, size, value, and momentum** on the actual returns of each fund and the scores based on **systemic risk, available resources, costs and total risk** and, as a product of analysis, the **return**. As pointed out in the literature, a fall in fund performance was identified, as well as a high alpha correlation with actual returns, low correlation of scores with returns, and even lower correlation between alphas and scores. This indicates that the choice of the evaluation measure to be used is an important step in the selection of assets. Theoretical portfolios based on efficiency and alphas were also identified, identifying superior performance of the portfolios based on efficiency, none of which surpassed the market portfolio.

Key words: performance; real returns; alphas; efficiency scores.

Introdução

Avaliar fundos de investimento é um grande desafio para investidores do mercado de capitais. Esse tipo de investimento incorre em riscos que requerem avaliações bem elaboradas quanto à *performance* dos ativos. A alocação de recursos na indústria pode significar ganhos como economia de escala, custos menores e diluição da taxa de administração. Mesmo quando se delega a responsabilidade da gestão a profissionais mais experientes, isso pode não assegurar um bom desempenho do fundo.

A alocação de recursos em fundos de investimento no Brasil tem apresentado acentuado crescimento. Os relatórios da Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais (ANBIMA) indicam aumentos do montante alocado e da oferta de ativos da modalidade. Segundo a instituição, o patrimônio líquido total alocado na indústria atingiu, pela primeira vez, R\$1 trilhão, no final da década de 1990, sendo que, no final de 2016, chegou a R\$3,47 trilhões, correspondendo a 56% do Produto Interno Bruto (PIB) do País.

A recente reformulação regulatória realizada na indústria no segundo semestre de 2015 pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) pretendeu padronizar as classificações dos ativos, tendo como enfoque a internacionalização do mercado brasileiro. Propôs como melhoria a classificação dos fundos de investimento em níveis: (a) quanto à classe de ativos; (b) quanto ao tipo de gestão e risco; e (c) quanto à estratégia de alocação dos recursos. Os investidores dispõem de diversas técnicas para analisar a *performance* de fundos de investimentos e de múltiplas informações influentes sobre o desempenho desses ativos auxiliares no processo de tomada de decisões de investimento (Barber, Huang, & Odean, 2016). Tal disponibilidade se comprova desde os estudos em finanças modernas iniciados com a teoria de seleção de portfólios e a diversidade de estudos subsequentes.

A abordagem proposta por Markowitz (1952) resultou no desenvolvimento de inúmeros modelos de mensuração de desempenho e de precificação de ativos do mercado de capitais. Destacam-se: o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), o *Arbitrage Pricing Theory* (APT), o de três e o de cinco fatores, propostos por Fama e French, e o de quatro fatores, proposto por Carhart. Citam-se, ainda, extensões em estudos que buscam melhorar o poder explicativo desses modelos testando novos parâmetros (Barber *et al.*, 2016; Barillas & Shanken, 2018; Borges & Martelanc, 2015; Tran-Dieu, 2015;).

A diversidade metodológica da Moderna Teoria de Finanças compõe um conjunto de modelos paramétricos de análise de ativos que carregam pressupostos acerca das distribuições de variáveis e resíduos dos modelos. Entretanto, as análises dos ativos também importam métodos de outras áreas de estudos e podem constituir um conjunto de modelos não paramétricos livres de pressupostos de distribuição e aplicados na avaliação e na seleção de ativos. Como a importação comprovada mediante a aplicação recorrente da técnica de programação linear, como o *Data Envelopment Analysis* (DEA), em finanças (Basso & Funari, 2017; Bisso, Caldeira, Samanez, & Telles, 2016; Devaney, Morillon, & Weber, 2016).

O uso da análise envoltória na avaliação de fundos se trata de uma perspectiva não paramétrica, inerente a uma linha de estudos que desconsidera a existência de forma funcional claramente definida, em que pouco se pressupõe acerca da relação entre as variáveis associadas ao desempenho dos ativos de investimento (Devaney *et al.*, 2016). Esses estudos reconhecem a existência de uma relação, entretanto não a predefinem para avaliação dos fundos de investimento, desenvolvendo avaliações, por vezes denominadas **alternativas** aos modelos de precificação da Moderna Teoria de Finanças e considerando múltiplos atributos, risco, retorno e custos (Basso & Funari, 2017; Rotela, Pamplona, & Salomon, 2014).

Os modelos de precificação constituem estudos orientados para a avaliação e a seleção paramétrica de fundos de investimento que consideram a função de utilidade do investidor limitada à perspectiva de risco e retorno (Fama & French, 2015). Propondo-se a identificar carteiras capazes de gerar alfas (excessos de retornos) positivos e superiores aos demais diante uma estrutura de fatores de risco predefinida, os estudos consideram a existência de forma funcional entre as variáveis (Barber *et*

al., 2016; Fama & French, 2015). Na análise dos alfas de fundos de ações brasileiros, há maior aderência do fator *momento* e alto poder explicativo do modelo de quatro fatores, de Carhart (Nerasti & Lucinda, 2016).

Os estudos de precificação e análise envoltória com fundos se dedicam a avaliar o desempenho dos ativos a partir da estrutura de riscos, retornos e custos considerada em cada técnica. Este estudo pretende conciliar tais pesquisas e verificar a existência de efeitos do desempenho auferido a cada perspectiva de avaliação sobre a montagem de carteiras. Estimam-se carteiras teóricas que utilizem cada concepção do desempenho como critério para a seleção de fundos.

Mediante a diversidade de modelos em finanças utilizados na análise do desempenho de ativos, este estudo também tem por objetivo estimar o desempenho de fundos de investimento. Aplicou-se a estimativa dos alfas de excesso dos retornos, por meio da análise de regressão linear, com base no modelo de Carhart, e da eficiência por meio da DEA. O propósito é explorar, perante as especificidades presentes em cada método, as possibilidades de convergências e de divergências, ou mesmo as possíveis relações entre os resultados obtidos com cada metodologia e os retornos reais dos fundos. Por fim, montaram-se e compararam-se as carteiras teóricas de investimento, com base nos critérios de seleção, alfa e eficiência, em termos da *performance* dessas carteiras.

Este estudo está estruturado em cinco seções, incluindo esta Introdução. Na segunda seção, apresentaram-se as principais vertentes teóricas ligadas aos modelos paramétricos e não paramétricos aplicados às análises de investimentos, seguidas das evidências empíricas encontradas com cada técnica, bases de desenvolvimento da pesquisa. Já na terceira seção, descreveram-se os procedimentos metodológicos adotados. Na quarta seção, por sua vez, procedeu-se à análise dos resultados. Finalmente, na quinta seção, apresentaram-se as considerações finais acerca do estudo e apontaram-se as limitações identificadas no decorrer da pesquisa.

Estudos da Performance de Ativos de Investimento

A mensuração da *performance*, ou desempenho, de fundos de investimento, e a observação de persistência desta ocorrem por meio da utilização de modelos matemáticos que auxiliam os investidores na tomada de decisão. Varga (2001) contrasta a aplicabilidade de índices na avaliação de fundos de investimento no Brasil, demonstrando vantagens e desvantagens de métodos, como o Índice Sharpe (IS) e o *Tracking Error* (TE). O autor evidencia, também, que o uso de indicadores para a análise de fundos brasileiros perpassa algumas dificuldades, por exemplo: a definição de parâmetros, o acesso a séries de dados históricos e contínuos e as mudanças estratégicas adotadas por gestores. Além disso, o uso de indicadores sofre questionamentos sobre a estimativa baseada em um *benchmark* tomado como referencial para comparação (Varga, 2001).

No mercado de fundos de investimento em ações do Brasil, as evidências de persistência da *performance* no curto prazo são fracas. Entretanto, há forte relação entre desempenho passado e desempenho futuro no longo prazo (Andaku & Pinto, 2003). Esse desempenho e sua persistência ao longo do tempo sofrem influências das características específicas dos fundos (Basso & Funari, 2017; Ceretta & Costa, 2001; Chen, Hong, Huang, & Kubik, 2004; Matos & Rocha, 2009; Melo & Macedo, 2013; Milani & Ceretta, 2013; Nerasti & Lucinda, 2016; Pollet & Wilson, 2008; Tran-Dieu, 2015).

Os procedimentos de análise de *performance* e as técnicas estatísticas de tratamento e manipulação de dados podem ser claramente categorizados como **paramétricos** ou **não paramétricos** (Barber *et al.*, 2016; Bisso *et al.*, 2016; Devaney *et al.*, 2016; Fama & French, 2015). As seções seguintes apresentam a evolução de estudos teóricos e empíricos acerca do desempenho paramétrico e do não paramétrico de ativos de investimento.

Os métodos paramétricos consistem em modelos estatísticos que se prestam a mensurar a sensibilidade (parâmetros) dos retornos de ativos financeiros sujeitos a determinados construtos. Já os

modelos não paramétricos buscam estabelecer relações ótimas entre as variáveis em análise, por meio da ponderação dessas variáveis e da observação dos impactos nos resultados sem pressupostos de distribuição ou parâmetros preestabelecidos (Basso & Funari, 2017; Fama & French, 2015; Nerasti & Lucinda, 2016).

Evoluções teórica e empírica da avaliação do desempenho paramétrico de ativos de investimento

A avaliação de ativos financeiros tem origem no trabalho de Markowitz (1952), que introduz a análise de média e variância. O retorno e o risco de um ativo seriam, portanto, suficientes para que um investidor, dada a sua aversão ao risco, tome sua decisão. Modelos de precificação foram desenvolvidos a partir desses pressupostos.

Dentre os métodos paramétricos de análise do desempenho, a regressão linear paramétrica é um dos mais utilizados. Trata-se de simples especificação de valores observados ao longo do tempo e/ou entre indivíduos, dos quais se podem compreender influências e relações por meio de variáveis explicativas e de resposta. Em finanças, para a avaliação de carteiras, a mensuração de desempenho de portfólios por meio da regressão ganhou espaço considerável a partir do trabalho de Jensen (1968), no qual o autor fez uso econométrico do CAPM, proposto por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966), para estimar uma medida de intercepto capaz de representar o retorno anormal de fundos.

A medida de intercepto proposta por Jensen (1968), denominada **alfa (α) de Jensen**, define-se como o retorno acima ou abaixo do esperado para um título em determinado período, tornando-se, assim, um indicador de desempenho. O principal pressuposto que sustenta o CAPM consiste no fato de que o retorno de um ativo financeiro depende, em maior parte, da variação dos retornos da carteira de mercado.

O modelo CAPM inicia uma série de discussões e propostas de modelos de precificação de ativos do mercado financeiro. Apesar da aparente simplicidade de sua aplicação, alguns autores defendem que este contém inconsistências, como a indefinição acerca de outros fatores de risco e críticas resultantes da atribuição do prêmio como medida única de risco considerável na avaliação dos ativos (Ross, 1976), o que pode induzir a erros na precificação de títulos e carteiras. O autor propôs, então, outro modelo, com algumas alterações, incorporando a perspectiva de que outras variáveis são capazes de influenciar retornos.

Especificamente para a avaliação de fundos de investimento, o modelo de quatro fatores, de Carhart (1997), agrega ao CAPM duas medidas de risco, definidas em Fama e French (1993), que representam os fatores valor e tamanho *book-to-market*, e o efeito momento, este evidenciado em Jegadeesh e Titman (1993).

A aplicação do modelo de quatro fatores, apresentado na equação (1), à avaliação de *performance* consiste em verificar a produção de retornos de fundos a partir de quatro estratégias, que consideram: o risco sistêmico das ações que compõem o portfólio avaliado; o crescimento das companhias; a valorização das ações em relação ao seu valor contábil; e a persistência temporal do desempenho das ações (Carhart, 1997).

$$E(R_{pt}) - R_f = \alpha_p + \beta_p(E(R_{mt}) - R_f) + s_p SMB_t + h_p HML_t + m_p MOM_t + E(\varepsilon_{pt}) \quad (1)$$

Em que: s_p : coeficiente do portfólio p de sensibilidade ao fator tamanho; SMB_t : diferença entre o retorno de ações de pequenas e grandes empresas; h_p : coeficiente do portfólio p de sensibilidade ao fator valor de mercado; HML_t : diferença de valor entre o retorno de ações de empresas com altos valores de *book-to-market* e o de ações de empresas com baixos valores; m_p : coeficiente do portfólio p de sensibilidade ao fator momento; e MOM_t : diferença entre o retorno de empresas com bons e ruins desempenhos passados.

Ao analisar o mercado de capitais brasileiro, Sanvicente (2002) constata, com base em dados agregados, a forma como a captação de recursos permite explicar os retornos de fundos de investimento.

O autor conclui que os fluxos de recursos captados pelos fundos de investimentos influenciam seu desempenho, mas que os volumes investidos nos ativos, embora influentes, não podem ser utilizados como fatores ou critérios para prever retornos.

Chen, Hong, Huang e Kubik (2004) examinaram o desempenho de fundos de investimento ativos antes e depois da incidência de taxas e despesas na gestão, buscando avaliar possíveis impactos de economias de escala relacionadas ao desempenho dos ativos e controlando-o por meio de fatores como tamanho, liquidez, captação, *turnover*, idade e gestão. Os autores evidenciaram que possíveis adversidades na *performance* relacionadas às economias de escala se devem mais à falta de liquidez dos ativos em carteira do que ao tamanho do fundo ou à família à qual este pertence (Chen *et al.*, 2004).

A investigação de Pollet e Wilson (2008) consistiu em observar a forma como o tamanho e a atuação da gestão se relacionam no que tange à seleção de ativos e à diversificação da carteira como impactantes dos resultados dos fundos. O estudo apontou que a diversificação se relaciona diretamente ao desempenho e que a estratégia de investimento de um fundo pode ser influenciada por outros de uma mesma família; ou seja, por aqueles que tenham mesmo gestor e características similares de composição.

Iquiapaza, Barbosa, Amaral e Bressan (2008) estimam variáveis capazes de explicar a captação líquida de fundos de renda fixa no Brasil entre 1995 e 2004. Os resultados indicaram que excesso de retorno do fundo, variação do Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, taxa de juros e volatilidade são condicionantes estatisticamente significativos da captação. O estudo evidenciou os impactos do contexto econômico na captação dos fundos, sobretudo acerca do excesso de retorno proporcionado pelos fundos de investimento.

Estudos empíricos, como de Matos e Rocha (2009), encontraram, além desses construtos que representam fatores de risco gerais, outras variáveis específicas da indústria de fundos, que podem exercer impactos na *performance* das carteiras. Comparando o modelo CAPM, o de três e o de quatro fatores, o estudo de Matos e Rocha (2009) concluiu que o primeiro perde poder explicativo no caso de fundos com patrimônio líquido e retornos acumulados grandes.

Em geral, outras medidas também são observadas pelos investidores quando tomam a decisão de comprar ou não cotas de determinado fundo de investimento. Elas podem ser incluídas em modelos de regressão linear, para os quais parâmetros são estimados para auferir a sensibilidade dos retornos e, conseqüentemente, a alteração no valor do alfa que cada uma delas provoca, uma vez que a previsão se favorece, dada, principalmente, a inclusão do fator tamanho, mesmo diante de problemas de significância estatística (Matos & Rocha, 2009).

O estudo de Castro e Minardi (2009) compara o desempenho entre fundos de investimento em ações com gestão passiva e fundos de investimento em ações com gestão ativa. O modelo adotado pelos autores consiste em uma adaptação ao modelo de Carhart, ao qual foi adicionada uma medida de *market timing*. O *market timing* avalia a capacidade do gestor de uma carteira de se antecipar aos movimentos de mercado. Entretanto, no estudo de Castro e Minardi (2009), os resultados apontam que os alfas foram estatisticamente significativos para um pequeno número de fundos ativos, e que, em média, não foram tão diferentes dos alfas estimados para os fundos passivos. Não se verificou superioridade de desempenho expressiva que confirmasse a antecipação ao mercado por parte de gestores.

A relação entre o tamanho de toda uma classe ou família de fundos de investimentos e os aparelhos regulatórios com os retornos é uma temática abordada também por Bhojraj, Cho e Yehuda (2012) em um estudo de fundos de investimento norte-americanos no período de 1992 a 2008. Os resultados da pesquisa demonstram que o tamanho era positivamente associado ao desempenho dos fundos antes de mudanças regulatórias, mas que não se pode concluir o mesmo para os períodos posteriores.

Milani e Ceretta (2013) investigaram como variações no patrimônio líquido e idade podem causar mudanças na *performance* de fundos de investimento. Eles analisaram dados entre 2001 e 2009. O trabalho demonstrou que fundos maiores têm melhor desempenho, mas que o impacto da idade pode variar conforme o tipo de fundo analisado.

Tran-Dieu (2015) utilizou um modelo de regressão linear para estimar a existência de relações entre a taxa de administração e a de *performance* relacionadas ao tamanho de fundos de investimentos do mercado francês. A amostra do estudo foi composta por fundos de ação e de renda fixa. As evidências sugerem a existência de transferências de economia de escala aos investidores nos fundos de ação, fator não observado nos fundos de renda fixa.

O estudo de Borges e Martelanc (2015) acerca do desempenho de fundos de investimento brasileiros questionou a existência de sorte ou habilidade por parte dos gestores das carteiras na seleção dos ativos de composição. Os autores aplicaram o modelo paramétrico de Carhart (1997) para calcular os excessos de retornos das carteiras, em conjunto com a simulação *bootstrapping*. Encontraram evidências que apontam para a habilidade por parte de algumas das instituições gestoras de fundos. No estudo, simularam carteiras parecidas aos fundos reais operados no mercado, porém com alfa de retorno nulo. Na comparação, identificaram maior proporção de fundos reais com retornos anormais positivos.

A existência de diversos modelos de precificação produz esforços para o procedimento mais adequado. Nesse sentido, Barillas e Shanken (2018) verificaram que a inclusão do fator momento aumenta o poder explicativo de modelos. Sendo que Fama e French (2016) também asseguram a importância da utilização dessa variável em conjunto com os fatores de mercado, tamanho e *book-to-market*.

Nerasti e Lucinda (2016) avaliaram a persistência de retornos de fundos de investimento brasileiros entre 2001 e 2014, não tendo encontrado evidências da existência de persistência, mas confirmaram a relevância do fator momento para a explicação de retornos anormais de fundos de investimento brasileiros.

Barber *et al.* (2016) relacionaram a *performance* dos fundos de investimento à sua captação líquida. Os autores utilizaram modelos de precificação para mensurar o desempenho, tendo constatado que o alfa do CAPM é superior ao de outros modelos, tal como o de quatro fatores, de Carhart, no que tange à alocação de recursos ao patrimônio dos fundos.

Evolução de estudos teóricos e empíricos do desempenho não paramétrico por meio da análise envoltória de fundos de investimento

A análise de fundos de investimentos por meio da aplicação de métodos não paramétricos representa uma forma de avaliação menos restritiva quanto à aplicação, mas não necessariamente menos poderosa (Ceretta & Costa, 2001). Segundo Sarafidis (2002), a metodologia permite comparar o desempenho de unidades tomadoras de decisões avaliadas quanto ao desempenho do grupo considerado e no qual se inserem.

Para Sarafidis (2002), o método paramétrico e o não paramétrico de cálculo de índices de avaliação da *performance* são, fundamentalmente, diferentes, em razão da forma funcional entre as variáveis. Todavia, essa diferença não limita uma comparação ou contraste em termos dos resultados gerados na avaliação. O estudo aborda que, embora a competitividade do mercado seja a principal fonte de ineficiência empresarial, os fatores custo e tamanho exercem papel fundamental na avaliação de ativos (Sarafidis, 2002).

Dentre as metodologias não paramétricas destaca-se a análise envoltória de dados, ou *Data Envelopment Analysis (DEA)*, aplicada neste estudo. A ferramenta permite uma análise multivariada da produtividade das unidades tomadoras de decisões, denominadas *Decision Make Units (DMUs)*, a qual consiste na avaliação do desempenho por meio da mensuração de *scores* de eficiência. O DEA trata-se de uma técnica de programação linear comumente aplicada na avaliação de ativos de investimento, demonstrações contábeis e empresas de diversos segmentos industriais (Ceretta & Costa, 2001; Sarafidis, 2002).

Os *scores* de eficiência resultam da modelagem de uma fronteira de eficiência empírica entre as unidades, por meio de uma técnica de otimização com fundamento na programação linear. O *score*

reflete a proporção da relação de variáveis categorizadas entre insumos e produtos. A técnica foi desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com base nas pesquisas iniciadas por Debreu (1951) e Farrell (1957). A relação da estimativa de eficiência se expressa como descrito na equação (2), conforme, ainda, a tipologia de cada modelo e as orientações e restrições surgidas posteriormente.

$$\varphi_p = \frac{\sum u_i \cdot y_{ip}}{\sum v_i \cdot x_{ip}} \quad (2)$$

Em que: φ_p : eficiência relativa da unidade p; u_i : peso do produto (*output*) i; y_{ip} : montante de produto i gerado pela unidade p; v_i : peso do insumo (*input*) i; e x_{ip} : montante de insumo i consumido na unidade p.

Nos Estados Unidos, um dos primeiros estudos empíricos a aplicar a análise envoltória na avaliação de fundos de investimento foi o de Murthi, Choi e Desai (1997). O cálculo da eficiência baseia-se no risco, no retorno e nos custos dos fundos avaliados. Posteriormente, mediante a ascensão da técnica em finanças, Choi e Murthi (2001) atentaram para a influência dos retornos de escala no desempenho de fundos. Estes revelam como as variações de insumos impactam os produtos, sendo que, na avaliação de fundos, há uma forte tendência aos retornos variáveis de escala. Esse retorno variável significa que não há uma proporção exata entre as variações de insumos e produtos na análise de fundos de investimento e que um aumento de insumos não assegura aumento de produtos (Choi & Murthi, 2001).

No Brasil, um dos primeiros autores a aplicar o método na avaliação de fundos foram Ceretta e Costa (2001). Eles avaliaram os fundos com enfoque em múltiplos atributos, no retorno médio, nos riscos e nas taxas de administração, bem como o desempenho de 106 fundos de investimento em ações da categoria carteira livre, identificando sete carteiras com desempenho persistente ao longo do período, as quais foram contrastadas com sete carteiras de pior desempenho. Também utilizaram o Índice Sharpe (IS), confirmando a superioridade de *performance* (Ceretta & Costa, 2001).

Barrientos e Boussofiane (2005) questionaram a eficiência de gestoras de fundos de pensão do Chile, desenvolvendo a análise inclusive em termos da regulação e da competitividade do mercado. Constataram que os gestores operam em baixa eficiência e sem possibilidades de melhoria consistente do indicador no curto prazo. O estudo considerou como insumos: custos com marketing, vendas, funcionários (escritório e executivos), administração e computação. Como produtos, utilizaram a receita total e a quantidade de contribuintes. Concluíram que uma boa estrutura para a aplicação da metodologia consiste em ter o número de unidades avaliadas superior à multiplicação das quantidades de insumos e produtos abordadas (Barrientos & Boussofiane, 2005).

Para Lopes, Lanzer, Lima e Costa (2008), a análise envoltória pode ser aplicada na avaliação de ações para a montagem de carteiras de investimento. Os autores aplicaram a técnica para selecionar ativos no mercado brasileiro. Concluíram que uma carteira baseada na eficiência proporciona retornos superiores ao CDI e IBrX100 nos trimestres de 2001 a 2006. Quando observados os retornos pontuais, apontaram maiores indicadores no DEA, que ganham proporção de diferença em termos dos retornos acumulados (Lopes, Lanzer, Lima, & Costa, 2008).

A pesquisa de Macedo, Fontes, Cavalcante e Macedo (2010) aplicou o DEA para avaliar fundos de investimentos em renda fixa em três bancos de varejo do País. Os autores analisaram a capacidade competitiva dos ativos diante de sua estrutura de oferta com as variáveis: patrimônio líquido, aplicações exigidas, resgates, saldos e taxa de administração, comparando-as à rentabilidade de 43 fundos. Concluíram que é possível distinguir os fundos por meio de análise multicriterial da *performance* e criar um *ranking* (Macedo, Fontes, Cavalcante, & Macedo, 2010).

Melo e Macedo (2013) avaliaram o desempenho de carteiras com esse enfoque sobre múltiplos atributos, apresentando a avaliação de 296 fundos de investimento da categoria multimercado entre abril de 2005 e março de 2010, com base em alfa de Jensen, *market timing* e DEA. O estudo que elencou os trinta primeiros fundos com maior *performance* diante das técnicas, apontou que, desse universo, apenas

quatro carteiras mantiveram elevada eficiência com DEA, sendo que só uma atingiu nível máximo (Melo & Macedo, 2013).

O estudo de Rotela, Pamplona e Salomon (2014) também aplicou a técnica na avaliação de ativos, mas retoma a proposta de Lopes *et al.* (2008). Os autores avaliaram ações no mercado brasileiro com base em Sharpe, DEA igualmente ponderada e a combinação de ambos na montagem de carteiras. Na comparação com o índice Ibovespa, as carteiras DEA e DEA-Sharpe apresentaram desempenho superior ao índice. Em termos de retorno acumulado, identificaram um melhor desempenho da carteira que conciliou as metodologias, seguida das carteiras que adotaram como critérios de seleção apenas DEA, Sharpe e do Ibovespa (Rotela *et al.*, 2014).

Para Bisso, Caldeira, Samanez e Telles (2016), a análise envoltória é uma ferramenta poderosa para avaliar o desempenho de fundos de investimento. Os autores avaliaram a eficiência de fundos de investimento em ações livre com base em riscos e retorno, e testaram a persistência da eficiência quanto à produtividade dos ativos no tempo, com o Índice de Malmquist. O estudo que avaliou a eficiência de 50 fundos em período de janeiro de 2012 a dezembro de 2014 identificou uma perda média de 15% no desempenho para o período (Bisso *et al.*, 2016).

Para Devaney, Morillon e Weber (2016), assim como apresentado nessa seção, não se podem desconsiderar os impactos dos custos na eficiência dos fundos. No estudo, foram avaliados 188 fundos mútuos americanos com base em estruturas de risco, retorno, *turnover*, despesas e patrimônio líquido dos ativos. Os fundos também foram comparados com o mercado, sendo demonstrada a alternativa de ajuste de Sharpe como forma de reduzir as ineficiências dos ativos (Devaney *et al.*, 2016).

Segundo Basso e Funari (2017), a análise do desempenho de fundos com DEA também não deve desconsiderar os efeitos do tamanho do ativo sobre a eficiência. As autoras avaliaram o impacto da variável no desempenho de fundos com base na literatura, e a relação entre os *scores* de eficiência e o tamanho dos ativos com as correlações de *rank* de Spearman e Kendall, bem como os retornos de escala de 260 fundos mútuos europeus, com base em um *score* referente à eficiência de cada um no período de junho de 2006 a junho de 2009.

Os resultados do estudo apontaram seis ativos eficientes sem exclusão de *outliers* e cinco com a exclusão, indicando uma correlação de *rank* estatisticamente significativa entre *scores* e tamanho. Apontaram também evidências de uma influência não linear do tamanho no desempenho com grandes diferenças de *scores* entre fundos pequenos e grandes. Quanto aos retornos de escala, as autoras identificaram retornos crescentes e constantes entre os fundos eficientes avaliados (Basso & Funari, 2017).

As autoras, ainda, discutiram bastante acerca da aplicabilidade do DEA na avaliação de fundos de investimento. Assim como nos estudos anteriores apresentados, elas corroboraram com a caracterização da metodologia como uma alternativa para a avaliação do desempenho da indústria, ressaltando, ainda, a necessidade de análises com fundos mútuos e de *hedge*, bem como a importância da técnica no desenvolvimento de estudos acerca do desempenho desse mercado (Basso & Funari, 2017).

Este estudo pretende avaliar o desempenho recente de fundos de investimento em ações do mercado brasileiro, com base na perspectiva paramétrica com o modelo de Carhart e na perspectiva não paramétrica com DEA, propondo a comparação dos resultados obtidos com cada técnica em termos do impacto na seleção dos ativos. Discutir-se-á na seção seguinte os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

Procedimentos Metodológicos

Este estudo tem por objetivo comparar os resultados do método paramétrico e do método não paramétrico quanto à avaliação de desempenho de fundos de investimento em ações. A mensuração do desempenho sob essas perspectivas decorre da utilização do modelo de regressão linear de quatro fatores de Carhart e do modelo de análise envoltória de dados de Banker, Charnes e Cooper (BCC), com retornos variáveis de escala. Realizou-se a comparação com a correlação de *ranks* de Spearman e o desempenho de carteiras teóricas que utilizassem cada método como critério para selecionar fundos de investimento.

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, descritiva e *ex-post facto*, em que os fundos foram ranqueados com base em sua *performance*, estimada por cada um dos modelos de análise, e os *rankings* comparados, a fim de identificar indícios de relações entre os resultados, sejam de convergência ou de divergência na avaliação dos ativos. Assim, ainda foram montadas, estimadas e comparadas as carteiras teóricas quanto à sua *performance* estimada com base em cada método.

Os dados que constituíram a amostra foram compostos por fundos de investimento brasileiros, classificados em **ações livre** e **ativos** pela ANBIMA. Ou seja, carteiras de investimentos em ações com livre estratégia de alocação para recursos disponíveis em caixa e de gestão ativa que têm por objetivo superar os resultados disponíveis no mercado para o investidor, no caso, o Certificado de Depósitos Interbancários (CDI) e o índice Ibovespa.

A coleta caracterizada como secundária foi realizada nas plataformas SI-Anbima 4.3 e Quantum Axis. As variáveis consideradas foram: retornos, volatilidade, patrimônio líquido, taxas de administração e de *performance* dos fundos de investimento. Todas foram tratadas mensalmente com o *software* R, mas retiradas das bases com a periodicidade diária.

O período analisado abrangeu os anos de pré-crise, de ocorrência e de pós-crise do *subprime*, de janeiro de 2002 a dezembro de 2016. Esta constituiu uma crise de hipotecas no mercado financeiro americano, iniciada em julho de 2007, cujos efeitos se estenderam até setembro de 2008, quando atingiu o auge de impactos nos mercados de capitais emergentes, como o brasileiro (Silva, Weffort, Flores, & Silva, 2014).

O desempenho dos fundos foi estimado mensalmente, por meio do alfa do modelo de regressão e dos *scores* de eficiência, calculados com base no modelo de análise envoltória para o equivalente a 893 fundos no período. Esses indicadores de desempenho foram utilizados para ranquear os fundos analisados. Com base no modo como se estabelecem os critérios para a compra e a venda das cotas pelos investidores, serviram, assim, como critérios de avaliação e determinantes da seleção dos ativos para a montagem das carteiras teóricas.

Segundo Brown, Goetzmann, Ibbotson e Ross (1992), evidências empíricas na avaliação de fundos indicam forte relação entre desempenho passado e futuro dos ativos, embora a relação entre volatilidade e retornos seja influenciada pela sobrevivência dos fundos ao longo do tempo. A avaliação incorre em um problema clássico de viés de sobrevivência. Ainda que a *performance* passada de fundos constitua forte determinante da *performance* futura, esse mercado não apresenta homogeneidade na oferta dos ativos.

Esta pesquisa desconsidera impactos da dinâmica de mercado e da entrada e da saída de fundos na amostra ao longo do tempo, sendo analisados os fundos disponíveis durante o período, sem exclusões intencionais, salvo casos de indisponibilidade de dados entre as bases utilizadas. Os 893 fundos utilizados resultaram de uma amostra inicial contendo 1.023 carteiras, da qual foram retirados aqueles com dados faltantes e inválidos para avaliação, como fundos sem lançamento de informações das taxas de administração e *performance*. A estimação dos alfas dos fundos de investimento foi realizada com o modelo de regressão de Carhart (1997), representado na equação (3)

$$R_{pt} - R_{ft} = \alpha_{pt} + \beta_{1p}(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_{2p}SMB_t + \beta_{3p}HML_t + \beta_{4p}MOM_t + \varepsilon_{pt} \quad (3)$$

Em que: R_{pt} : retorno do portfólio p no tempo t ; R_{ft} : taxa livre de risco no tempo t ; α_{pt} : intercepto da regressão no tempo t ; β_{1p} : coeficiente de risco sistêmico de p ; R_{mt} : retorno da carteira de mercado m no tempo t ; β_{2p} : coeficiente do portfólio p de sensibilidade ao fator tamanho; SMB_t : diferença de tamanho entre menores e maiores ações no tempo t ; β_{3p} : coeficiente do portfólio p de sensibilidade ao fator valor; HML_t : diferença de valor, de *book-to-market*, entre maiores e menores ações no tempo t ; β_{4p} : coeficiente do portfólio p de sensibilidade ao fator momento; MOM_t : diferença do maior e menor desempenho no tempo t ; e ε_{pt} : resíduos da regressão do portfólio p no tempo t .

Os fatores diários utilizados nas regressões de estimativa dos alfas mensais foram retirados do site do Centro Brasileiro de Pesquisas em Finanças e Economia da Universidade de São Paulo (NEFIN - FEA USP). Como *proxies* para o ativo livre de risco, a metodologia utilizada se baseia no DI Swap. Para fator de mercado, o cálculo também se baseia em ações negociadas na BM&FBovespa consideradas elegíveis (Ibovespa).

Segundo Cribari-Neto e Sila (2011), para assegurar a consistência dos estimadores, em função do pressuposto de homocedasticidade dos resíduos da regressão linear, torna-se usual definir a matriz de covariância com estimativa assintótica, com erros padrões robustos, para melhorar a significância dos parâmetros.

Na estimação dos *scores* anuais de eficiência por meio da análise envoltória de dados, o modelo aplicado foi o de Banker, Charnes e Cooper (1984), denominado BCC, com retornos variáveis de escala. Esse foi o segundo modelo da análise envoltória desenvolvido pelos autores após o modelo CCR de Charnes *et al.* (1978), que considera os retornos de escala constantes. No caso, um aumento dos insumos resultaria em aumento proporcional dos produtos, tal premissa também é válida para reduções (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978).

A análise envoltória de dados consiste em mensurar, a partir de uma perspectiva baseada em múltiplos atributos, um indicador de desempenho que retrate a capacidade produtiva e relativa de unidades denominadas **tomadoras de decisões**, mediante a capacidade das demais unidades do grupo de comparação. A metodologia consiste em estimar uma fronteira de eficiência na qual se encontram as unidades representantes das melhores práticas do grupo de comparação, denominadas *benchmarks* desse grupo.

Essas unidades atingem a eficiência máxima com base no modelo e nas variáveis consideradas, por representarem aquelas capazes de melhor combinar insumos na geração de produtos. Por isso, tratam-se de um indicador denominado também de **eficiência relativa**. Quanto mais distantes da fronteira estimada, menos eficientes são as unidades avaliadas e maior tende a ser a diferença de *scores* entre essas unidades e os *benchmarks*, sendo que os *scores* dessas unidades eficientes são sempre iguais a um. Assim, a técnica estima o desempenho de cada unidade com base no desempenho do grupo comparado, sendo permitida a comparação apenas de unidades agrupadas por características que as tornam naturalmente semelhantes.

A eficiência consiste na razão entre insumos e produtos, apontada na equação 3 da seção anterior. Os modelos, com base na programação linear, comparam o desempenho individual das unidades mediante consumo de insumos e geração de produtos de cada uma com o desempenho do grupo em que se inserem. Estima-se, assim, uma fronteira empírica de eficiência que, de acordo com a orientação do modelo, reflete a capacidade de unidades em maximizar produtos mantendo constantes os insumos, ou de minimizar o consumo de insumos mantendo constante a geração de produtos, sendo também uma técnica de otimização com essa imposição de restrições de insumos ou produtos à eficiência mensurada.

Na avaliação de fundos, há uma aplicação recorrente de modelos orientados para maximizar produtos mediante uma estrutura restrita de insumos, atributos que também fogem ao controle dos gestores e inferem em retornos variáveis de escala (Basso & Funari, 2017). Independentemente da orientação, o modelo refletirá a eficiência relativa das unidades.

Entretanto, os retornos de escala devem ser verificados a partir do cálculo da eficiência com retornos constante e variável, e de sua aplicação, observando-se a razão e a prevalência (Bogetoft & Oto, 2011). Quando as eficiências se aproximam em comportamento, há uma tendência a retornos constantes. Quando há distanciamento, o retorno de escala tende a ser variável, o que também se verifica por meio do teste de distribuição de Kolmogorov–Smirnov, realizado na pesquisa, cujo resultado confirma o retorno de escala variável apontado na literatura (Basso & Funari, 2017; Bogetoft & Oto, 2011).

Podem ser usados também modelos de envelopamento, sem a imposição de pesos distintos quanto a insumos e produtos na análise ou modelos de multiplicadores que permitem a imposição quando há esses pesos determinados para a avaliação. É utilizado o modelo de envelopamento de expansão de produtos, sujeito a restrições de insumos, descrito nas equações de (4) a (8). A restrição à equação (7) incorpora a variabilidade de escala e diferencia esse modelo do modelo CCR.

$$\text{Máx } \varphi_p \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_p x_{ip} \leq x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_p y_{jp} \geq \varphi_p y_{j0} \quad j = 1, 2, \dots, s \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_p = 1 \quad (7)$$

$$\lambda_p \geq 0 \quad \forall p \quad (8)$$

Em que: θ_p : *score* de eficiência da unidade tomadora de decisão p (fundo p); λ_p : peso da capacidade produtiva de p diante do contexto produtivo do grupo avaliado; x_{ip} : insumo i consumido pela unidade tomadora de decisão p ; e y_{rp} : produto r gerado pela unidade p .

Na aplicação, foram considerados como insumos as variáveis: volatilidade, patrimônio líquido, taxas de administração e de *performance* dos fundos; e, como produto, os retornos gerados. As variáveis consideradas como medidas representativas para insumos foram de risco, recurso disponível, tamanho e custos, e, como produto, os retornos, variáveis recorrentes nos estudos apresentados.

As variáveis de risco, taxa de administração e retorno convergem com as utilizadas em Ceretta e Costa (2001). Assim como as variáveis de risco, patrimônio líquido, taxas e retornos representam as medidas utilizadas por Macedo *et al.* (2010). Métricas de risco e retorno também foram utilizadas na estimação realizada por Melo e Macedo (2013). A influência de tamanho e recorrência das variáveis sobre a eficiência decorrem também do apontado por Basso e Funari (2017) acerca do uso de DEA com fundos.

Ressalta-se, ainda, o uso do logaritmo de patrimônio líquido, em razão da grandeza dessa variável. Segundo Heij, Boer, Franses, Kloek e Dijk (2004), a utilização da forma logarítmica permite centralizar a distribuição da variável. Como o DEA possui uma limitação de não tratamento de muitos dados nulos e negativos (Lopes *et al.*, 2008), identificados na amostra, sobretudo nos retornos, optou-se por transpor a coluna. Tal procedimento é comum na literatura. Segundo a própria fundamentação teórica do procedimento em análise envoltória de dados, presente desde Ali e Seiford (1990), não exerce influência sobre os *scores* de eficiência.

Os *rankings* dos fundos especificados pelos modelos supracitados foram comparados e passaram por procedimento que visa estabelecer e explorar a relação entre os indicadores de desempenho gerados. Para tanto, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman. Trata-se de um método de especificação não paramétrico de verificação da correlação entre os postos das variáveis comparadas, a saber, classificação de fundos em *rankings* pelos seus retornos reais, alfas de retornos e *scores* de eficiências mensais. Também foram comparados com os alfas e *scores* defasados, verificando possíveis relações de previsão entre indicadores.

Posteriormente, apresentou-se e analisou-se a *performance* das carteiras teóricas de mercado e das carteiras montadas a partir do alfa de Carhart e da eficiência como critérios de seleção dos fundos. Essas duas tipologias foram montadas com a mesma quantidade de ativos e igualmente ponderadas. A quantidade foi definida segundo a de fundos eficientes a cada mês, mês, com o alfa e a eficiência como critério para investimento nos fundos no mês seguinte. Os portfólios foram estimados e avaliados mensalmente a partir dos retornos e das volatilidades mensais no período.

Análise de Resultados

Os fundos de investimento em ações livre apresentaram acentuado crescimento mensal de oferta ao longo do período de 2002 a 2016. Como apontado na Figura 1, nos últimos quinze anos a categoria confirma a tendência de crescimento da modalidade de investimento apontada pela ANBIMA. No início do período, tem-se uma quantidade mensal de fundos inferior a 50 ativos, que atinge quantidade superior a 400 em dezembro de 2016, significando um crescimento superior a 800% em menos de vinte anos.

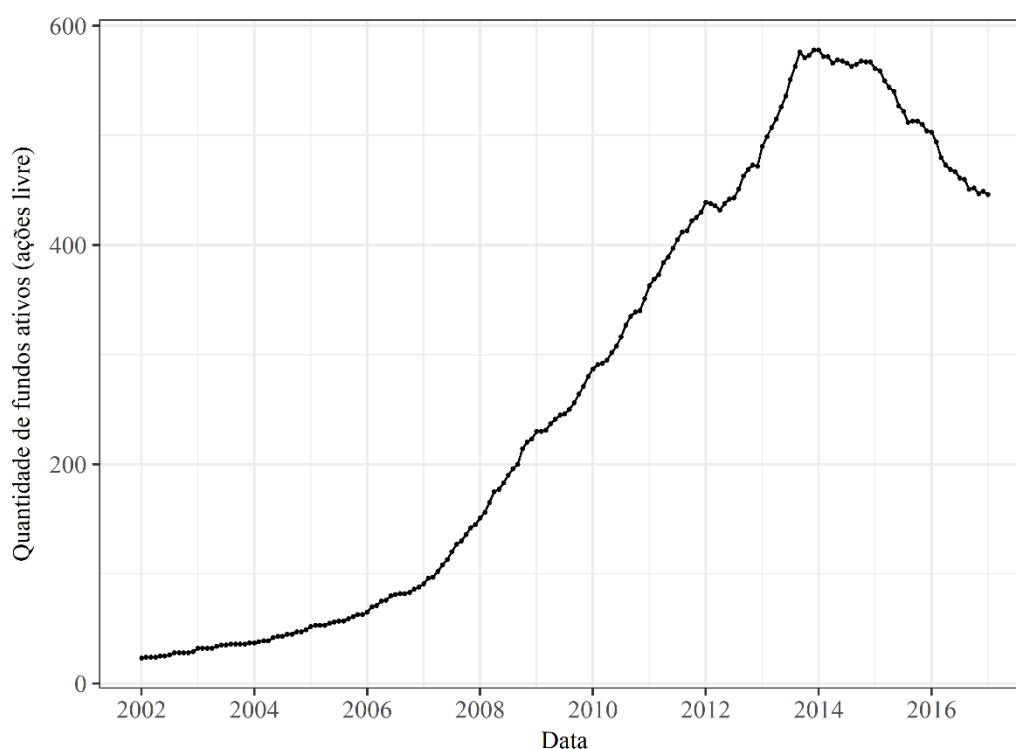


Figura 1. Evolução Mensal da Quantidade de Fundos de Investimento em Ações Livre no Brasil

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em 2008, ano de ocorrência da crise norte-americana, a indústria brasileira manteve a tendência diante do fenômeno, que, segundo Silva, Weffort, Flores e Silva (2014), provocou impactos nos mercados financeiros em nível mundial. Essa tendência interrompeu-se em 2014, quando ocorreram alterações normativas investigadas no contexto macroeconômico da indústria brasileira, mas que não fazem parte do escopo desta pesquisa.

As estatísticas descritivas das variáveis apresentadas na Tabela 1 indicam que, na média mensal, os fundos apresentaram 0,05% de retorno mediante um alto risco, com volatilidade média de 1% ao mês no período. Além disso, o patrimônio líquido apresentou montantes significativos alocados na indústria. Em termos de custos, nota-se uma cobrança de taxa de administração de 0% a 12% ao ano e média de 1,58%, com a cobrança de taxa de *performance* realizada por 46% dos fundos, quase metade da amostra com o custo.

Tabela 1

Estatísticas Descritivas das Variáveis Utilizadas

	Média	Desvio padrão	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Mínimo	Máximo
Retorno (diário)	0,00543	0,06705	-0,02267	0,00818	0,03699	-2,07303	2,74157
Volatilidade (diária)	0,01128	0,00953	0,00683	0,00940	0,01310	0,00000	0,51342
Patrimônio líquido (em milhões)	R\$ 86,56	R\$ 213,45	R\$ 6,42	R\$ 20,66	R\$ 66,84	R\$ 0,00*	R\$ 2.843,96
Taxa de administração	1,58	1,39	0,45	1,50	2,20	0,00	12,00
Taxa de <i>performance</i>	0,46	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00

Nota. Estatísticas descritivas de retornos, volatilidade (risco), patrimônio líquido e taxas de administração e de *performance* dos fundos de investimento em ações livre no Brasil. Fonte: Elaborada pelos autores.

*Fundos pequenos cuja conversão do patrimônio líquido em milhões vem de um patrimônio inicial de R\$58,09.

A regressão linear com aplicação do modelo de quatro fatores de Carhart não resultou em alfas e betas de fatores mensais estatisticamente significativos para a maioria dos fundos, resultado esperado em função do baixo número de observações na regressão mensal.

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva dos parâmetros resultantes da regressão mensal dos retornos reais dos fundos e dos fatores de risco do modelo (mercado, tamanho, valor e momento).

Tabela 2

Estatísticas Descritivas dos Parâmetros Resultantes do Modelo de Carhart

	Média	Desvio padrão	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Mínimo	Máximo
Alfa (α)	0,00006	0,00605	-0,00063	0,00004	0,00077	-0,72311	0,88342
<i>p</i> valor	0,47786	0,29718	0,21246	0,47380	0,73767	0,00000***	0,99996
β mkt	0,68253	0,93940	0,48320	0,69680	0,90625	-163,61253	74,20177
<i>p</i> valor	0,05626**	0,16501	0,00000***	0,00003***	0,00713***	0,00000***	0,99982
β smb	0,11412	1,31769	-0,03419	0,09461	0,25262	-238,16878	112,34033
<i>p</i> valor	0,39557	0,30633	0,10798*	0,34749	0,65626	0,00000***	0,99997
β hml	-0,02615	2,04181	-0,17720	-0,03363	0,11226	-312,72814	296,51322
<i>p</i> valor	0,42614	0,30467	0,14417	0,39801	0,69011	0,00000***	0,99996
β mom	0,01656**	1,43599	-0,12142	0,02255**	0,16515	-107,25842	273,97054
<i>p</i> valor	0,41668	0,30376	0,13505	0,38256	0,67469	0,00000***	0,99995
R ² ajustado	0,67260	0,29355	0,51871	0,77188	0,90328	-3,17526	0,99953

Nota. Estatísticas descritivas dos parâmetros mensais resultantes da aplicação do modelo de Carhart com os fundos de investimento em ações livre no Brasil. Fonte: Elaborada pelos autores.

*** Indica que a variável é estatisticamente significativa a 1%; ** Indica que a variável é a 5%; * Indica que é a 10%.

Na média, os únicos parâmetros estatisticamente significativos a 5% foram mercado e momento. Os R² ajustados das regressões foram altos, como apontam Nerasti e Lucinda (2016). Os R² ajustados foram, em média, 0,67, sendo que os alfas de excesso deixam de ser negativos e passam a ser positivos do primeiro quartil para o segundo (mediana), bem como apresentaram alta dispersão no caso, alto desvio padrão.

A Figura 2 exibe a dispersão mensal apresentada pelos parâmetros ao longo do período. Observa-se que os betas oscilaram mais no pré-crise, entre 2002 e 2008, do que após a crise, bem como os demais. Nesses anos antecedentes ao fenômeno, em média, o beta de mercado oscilou em torno de 0,05 e os demais em torno de 0. Nos anos seguintes pós-crise, de 2008 a 2016, houve aumento do beta de mercado e os demais betas permaneceram menores e em torno de 0. Em 2010, há, ainda, um pico significativo em todos os parâmetros, com queda para mercado e tamanho, e alta para valor e mercado.

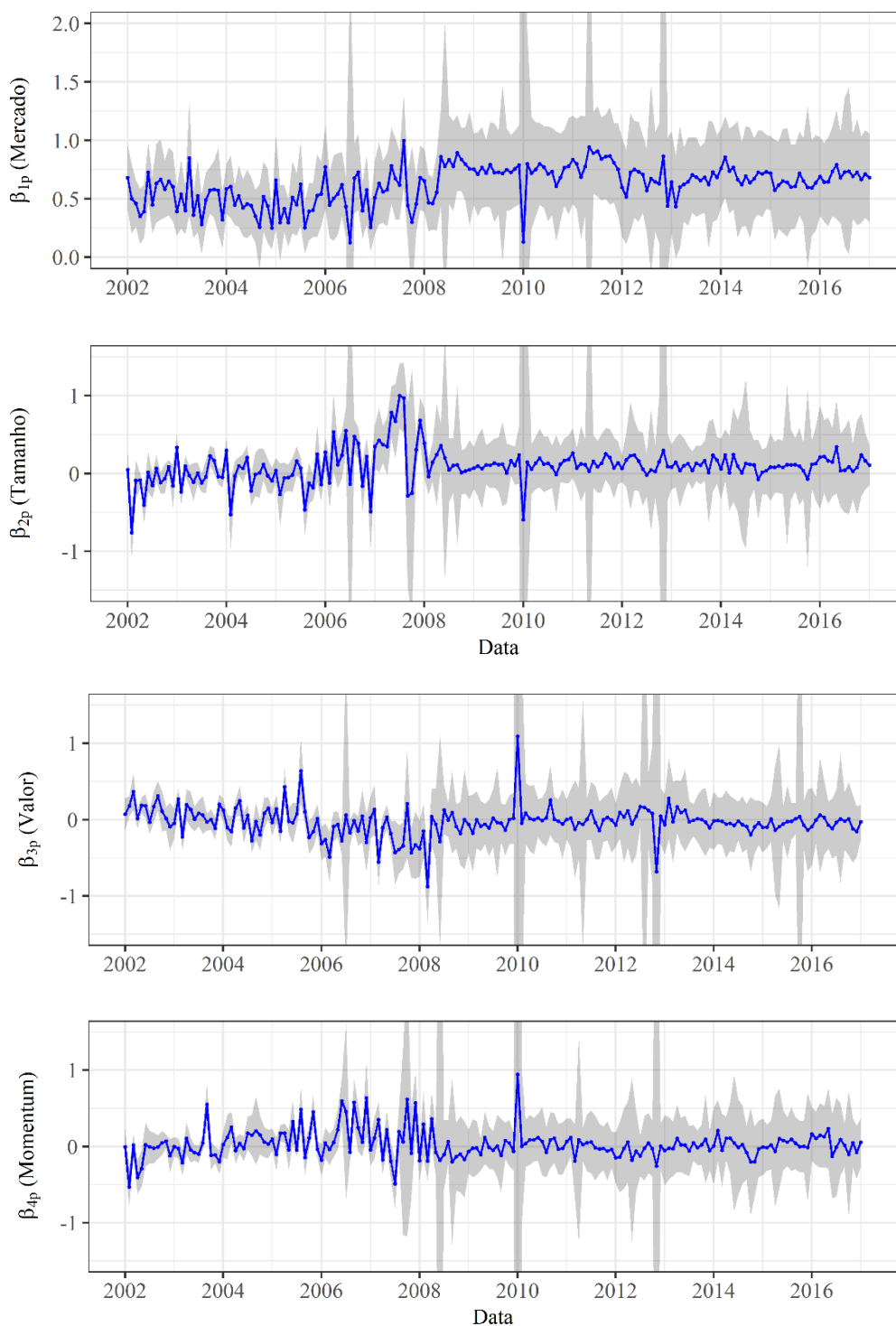


Figura 2. Parâmetro Médio Mensal de Risco dos Fundos de Investimento com o Modelo de Carhart
Distribuição dos parâmetros médios mensais de risco de mercado, tamanho, valor e momento. Fonte: Elaborada pelos autores.

As áreas sombreadas da Figura 2 refletem as bandas de variação mensais dos parâmetros dos fatores de risco dos fundos de investimento no período. Elas representam o desvio-padrão desses parâmetros. Nesse caso, observa-se, ainda, que no período pré-crise há bandas menores e mais próximas da distribuição do que no período pós-crise. Ainda, no pós-crise há maior dispersão, principalmente do risco de mercado.

A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas dos *scores* mensais de eficiência obtidos com o DEA. Observa-se que a eficiência média dos fundos de investimento em ações livre no período foi de 77%, com um desvio-padrão de 12%, sendo que a menor eficiência encontrada entre os ativos foi de 12% ao mês no período. Como apontam Bisso *et al.* (2016), há uma tendência de eficiência média com o baixo desvio entre os fundos avaliados.

Tabela 3

Estatísticas Descritivas da Eficiência Resultante do DEA

	Média	Desvio Padrão	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Mínimo	Máximo
<i>Scores</i>	0,77	0,12	0,68	0,77	0,86	0,12	1,00

Nota. Estatísticas descritivas dos *scores* mensais resultantes da análise envoltória de dados dos fundos. Fonte: Elaborada pelos autores.

A comparação da distribuição dos alfas de excessos de retorno e dos *scores* de eficiência mensais no período, conforme a Figura 3, indica que os alfas médios variaram em torno de 0, com maior variação e menor desvio no pré-crise, enquanto os *scores* médios mensais decaíram em todo o período, com queda mais acentuada no pós-crise e, novamente, com uma baixa excessiva em 2010 do indicador de *performance*. Essa queda dos *scores* pode ser relacionada à entrada de fundos com crescimento da oferta no período, sobretudo à tendência dos ativos de perda da eficiência média apontada também no estudo de Bisso *et al.* (2016).

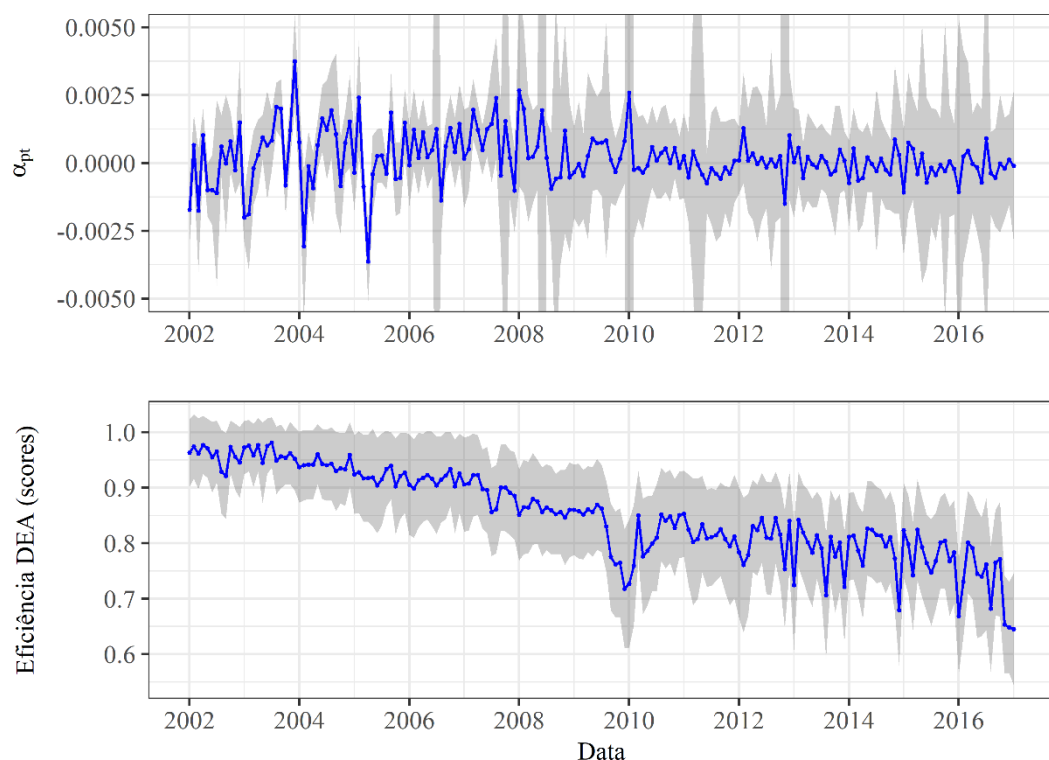


Figura 3. Médias Mensais de Alfas e *Scores* Obtidos com os Modelos

Distribuição mensal das médias de alfas (α) e *scores* (Θ) dos fundos de investimento no período. Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com as correlações dos *ranks* de indicadores de desempenho dos fundos apresentadas na Figura 4, alfas e retornos reais, eficiência e retornos reais, e alfas e eficiência, os coeficientes de Spearman apontam que os alfas têm maior relação com os retornos reais dos ativos do que com a eficiência. A correlação entre alfas e retornos reais foi, na maioria, acima de 0,5, com dispersão ao longo de todo o período.

A correlação mensal da eficiência com os retornos reais foi mais baixa, em torno de 0, e mais dispersa no pré-crise do que no pós-crise, assim como ocorrido com a correlação entre alfas e *scores*, demonstrada na parte inferior da Figura 4. Embora ambos sejam estimadores consistentes de *performance*, como apontado pela literatura, respectivamente, nos estudos de Nerasti e Lucinda (2016) e de Basso e Funari (2017).

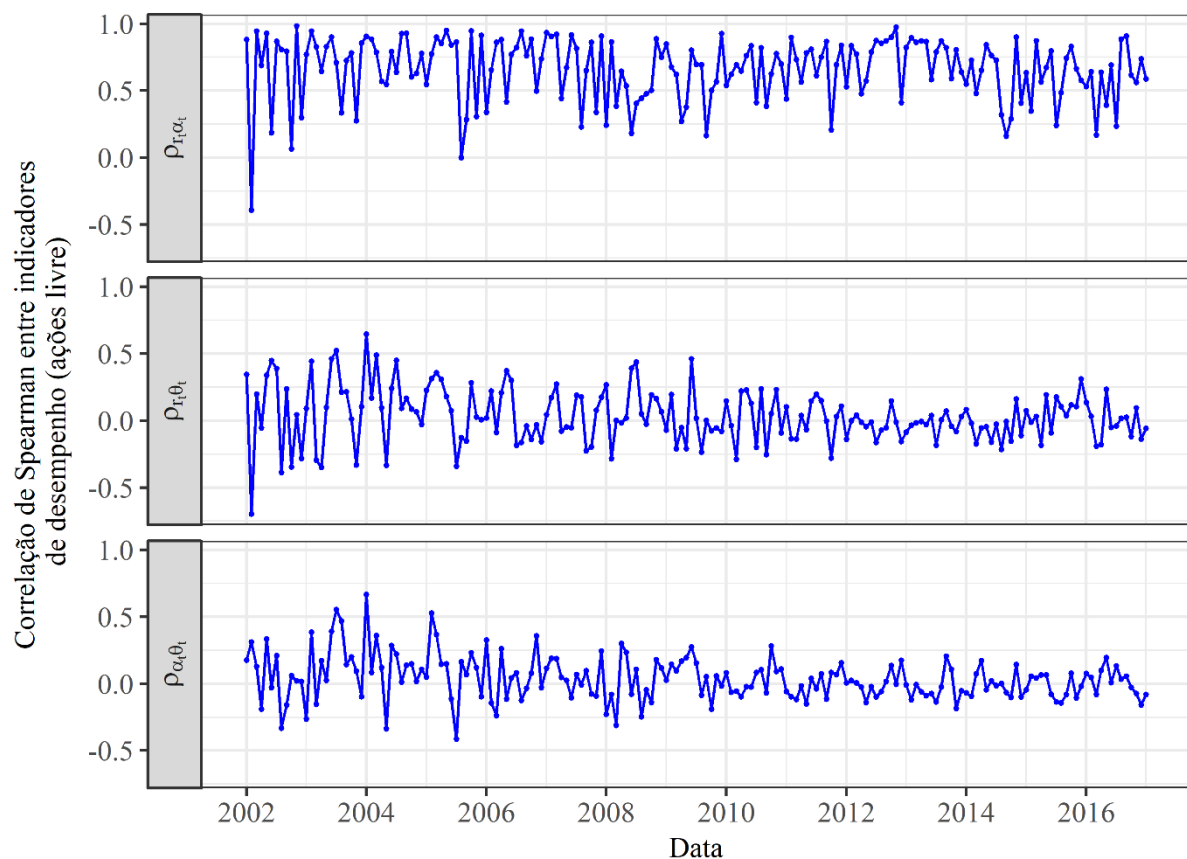


Figura 4. Correlações Mensais entre Alfas (α), *Scores* (Θ) e Retornos Reais (r)

Distribuição mensal da correlação de Spearman dos fundos de investimento no período. Fonte: Elaborada pelos autores.

Quando testadas as correlações entre retornos reais e os demais estimadores de desempenho dos fundos de investimento de forma defasada, como apresentado na Figura 5, observa-se queda da correlação entre retornos e alfas para em torno de 0, mas ainda é a correlação mais dispersa em todo o período. As correlações da eficiência tanto com os retornos reais quanto com os alfas mantêm o padrão de comportamento não defasado anterior em torno de 0 e mais dispersa no pré-crise do que no pós-crise. Não se identifica uma forte relação de desempenho passado e futuro.

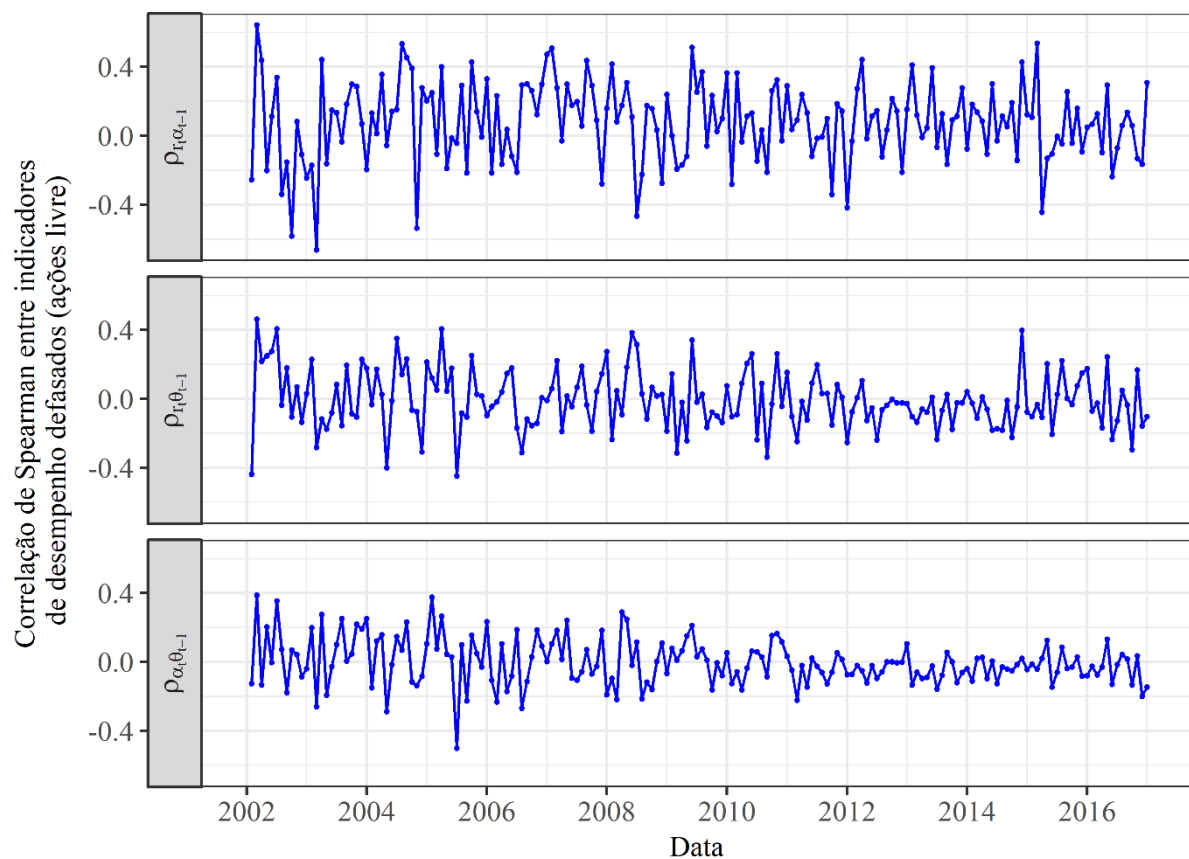


Figura 5. Correlações Mensais entre Alfas Defasados (α_{t-1}), Scores Defasados (Θ_{t-1}) e Retornos Reais (r)
Distribuição mensal da correlação de Spearman dos fundos de investimento no período. Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 6 apresenta o percentual de fundos com alfas de excesso de retornos positivos, fundos eficientes e interseção da amostra tratada. No período pré-crise, observa-se, ainda, que, em termos percentuais, há mais fundos com alfas positivos e eficientes do que nos anos seguintes do pós-crise. De acordo com Silva *et al.* (2014), ainda não se percebe uma recuperação do mercado financeiro. Em termos da interseção dos fundos com alfas positivos e eficientes da amostra no período, o percentual de fundos na interseção se aproxima bastante do de fundos eficientes da análise envoltória.

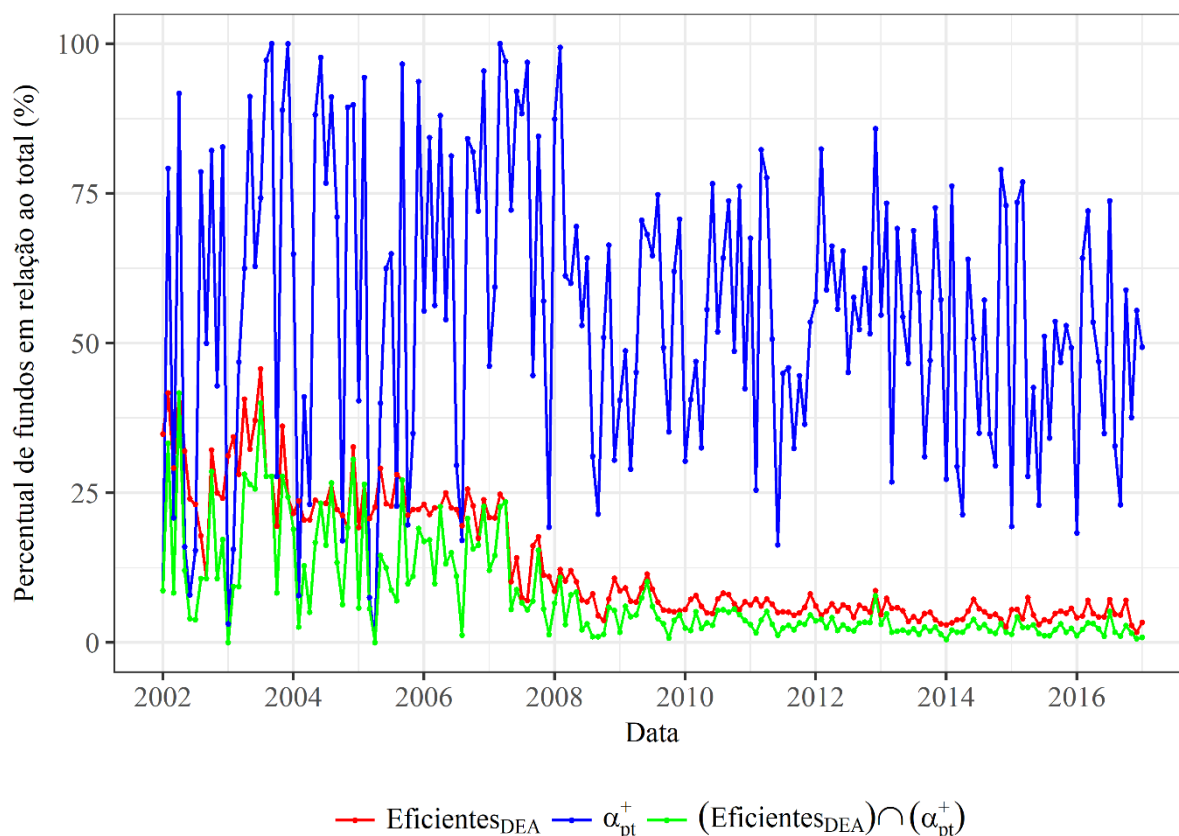


Figura 6. Percentual de Fundos com Alfa Positivo (α^*), Eficiente e Tanto com Alfa Positivo Quanto Eficientes

Distribuição mensal do percentual de fundos com alfa positivo, eficiente cujo *score* igual a um e tanto com alfa positivo quanto eficiente ao longo do período. Fonte: Elaborada pelos autores.

A baixa interseção entre fundos com alfa positivo e eficientes atesta as baixas correlações entre os indicadores de desempenho apresentadas anteriormente. Essa fraca relação entre os indicadores paramétricos e os não paramétricos de desempenho confirma o resultado esperado e apontado em estudos como o de Macedo *et al.* (2010), o de Melo e Macedo (2013) e o de Basso e Funari (2017). É válido ressaltar que os estudos não utilizaram o modelo paramétrico de regressão de Carhart (1997) como este.

Segundo Bisso *et al.* (2016), há mais aplicabilidade de modelos paramétricos na avaliação de desempenho em função da sensibilidade dos retornos. Entretanto, como os autores apontam e Basso e Funari (2017) confirmam, os modelos não paramétricos permitem, ainda, o estabelecimento de relação ótima de variáveis influentes no desempenho.

A Figura 7 apresenta a distribuição dos retornos e volatilidades médios mensais das carteiras teóricas de mercado, alfas e *scores* auferidas no período.

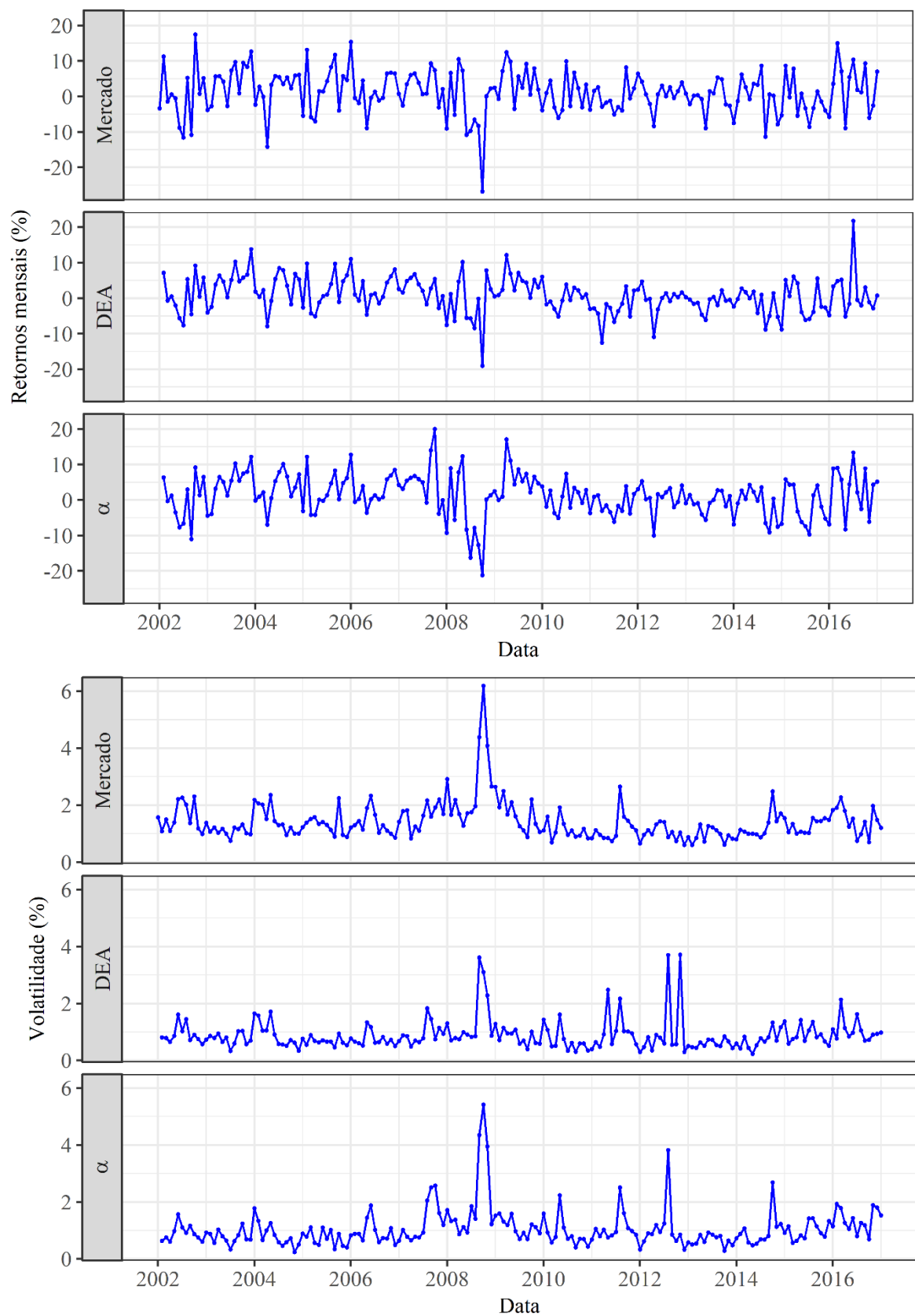


Figura 7. Médias Mensais de Retorno e Volatilidade das Carteiras Estimadas

Distribuição das médias mensais de retorno e volatilidade (risco) das carteiras teóricas pautadas nos alfa (α) e eficiência (DEA) e da carteira de mercado. Fonte: Elaborada pelos autores.

As carteiras confirmam os impactos da crise financeira americana do *subprime* no mercado financeiro brasileiro, apontados também anteriormente neste estudo, observando os indicadores de *performance*, e que corroboram com Silva *et al.* (2014). Entre 2008 e 2009, período de auge do fenômeno, observam-se, ainda, queda significativa do retorno médio e aumento considerável da volatilidade das três carteiras estimadas.

Entretanto, há uma reversão das estimativas até então apresentadas, em que os alfas se aproximavam dos retornos reais. A estimativa da *performance* das carteiras aponta que aquelas com fundos eficientes apresentaram um comportamento mais semelhante ao das carteiras de mercado do que aquelas baseadas nos maiores alfas.

As carteiras teóricas pautadas na eficiência como critério de avaliação apresentaram retornos médios superiores aos daquelas baseadas nos maiores alfas na maior parte do tempo, mas bem semelhantes ao mercado. Esse resultado de desempenho superior das carteiras baseadas na análise envoltória corrobora parcialmente os apresentados por Lopes *et al.* (2008) e Rotela *et al.* (2014), em que as carteiras bateram também o mercado. No entanto, torna-se válido ressaltar, ainda, que as carteiras baseadas em eficiência foram também mais voláteis que aquelas de maiores alfas.

Contudo, os indicadores de *performance* baseados nos alfas do modelo de Carhart e na eficiência com a análise envoltória do modelo de Banker, Charnes e Cooper apontaram em suas particularidades a capacidade de contribuir para a avaliação e a seleção de fundos de investimento em ações do mercado brasileiro. Os alfas revelaram maior poder explicativo em termos dos retornos reais dos ativos e da eficiência, com um potencial promissor para a avaliação e a seleção de ativos na estimação de carteiras de investimento.

Considerações Finais

Os retornos reais dos fundos apresentaram tendência de redução, acompanhada pela redução dos indicadores, alfas e *scores*, em ambas as estratégias de avaliação aplicadas, mesmo mediante o aumento identificado de oferta dos ativos no período. A estratégia de avaliação do desempenho dos fundos de investimento pautada na observação de alfas apresentou-se a mais correlacionada com os retornos reais dos fundos. Entretanto, a eficiência com a análise envoltória demonstrou-se mais atrativa para a seleção dos ativos.

O modelo de quatro fatores mostrou maior poder explicativo sobre os retornos reais dos fundos de investimento em ações livre no Brasil do que a análise envoltória. Os alfas de excesso foram mais correlacionados e condizentes com retornos reais dos fundos do que os *scores* que apresentaram correlações extremamente baixas com esses retornos. Ainda, a correlação entre *scores* e alfas foi ainda menor dentre as três comparações realizadas.

Por outro lado, os *scores* apontaram uma perda da eficiência relativa dos fundos de investimento do mercado no período. Os indicadores de eficiência apresentaram, ainda, a tendência de concentração em torno da média de *scores* no período, apontada também pela literatura. Além disso, os *scores* apresentaram menores desvios-padrão médios ao longo do tempo quando comparados com os desvios-padrão médios mensais dos alfas.

Com a formação de carteiras teóricas pautadas nos alfas e *scores*, identificou-se que, entre 2008 e 2009, anos de crise, houve alta significativa da volatilidade e queda considerável de retorno de ambas as carteiras e da carteira de mercado. No período pré-crise, as carteiras pautadas no alfa tenderam a uma grande estabilidade, acompanhada por mais variação e, assim, maior incerteza e risco no pós-crise, diferentemente das carteiras de eficiência, que, embora mais instáveis, superaram os retornos das de alfas com relativa instabilidade, no caso, risco para todo o período observado.

Aparentemente, o mercado brasileiro de fundos de investimento em ações livre ainda não se recuperou dos impactos da crise americana do *subprime*. Tanto nas análises dos indicadores de *performance* quanto na observação dos retornos das carteiras teóricas comparadas ao mercado, observam-se que, no pós-crise, os indicadores apresentaram maior variabilidade, mostrando-se mais incertos e arriscados do que no período anterior ao fenômeno.

Em ambos os casos de avaliação, seleção e montagem das carteiras teóricas com os fundos de investimento brasileiros, comprova-se o apontado pela literatura sobre aplicabilidade e particularidades de técnicas paramétrica e não paramétrica na avaliação da *performance* dos ativos. Identificou-se na avaliação, na seleção e na montagem maior incerteza no mercado após a crise americana. Tal incerteza contribuiu para a realização de estudos futuros voltados para explorar prováveis quebras estruturais no mercado de fundos brasileiros, com base no comportamento dos indicadores de *performance* abordados nesta pesquisa.

Referências

- Ali, A. I., & Seiford, L. M. (1990). Translation invariance in data envelopment analysis. *Operations Research Letters*, 9(6), 403-405. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-6377\(90\)90061-9](http://dx.doi.org/10.1016/0167-6377(90)90061-9)
- Andaku, F. T. A., & Pinto, A. C. F. (2003). A persistência de desempenho dos fundos de investimento em ações no Brasil. *Revista de Economia e Administração*, 2(2), 23-33. <http://dx.doi.org/10.11132/rea.2002.36>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Barber, B. M., Huang, X., & Odean, T. (2016). Which factors matter to investors? Evidence from mutual fund flows. *The Review of Financial Studies*, 29(10), 2600-2642. <http://dx.doi.org/10.1093/rfs/hhw054>
- Barillas, F., & Shanken, J. (2018). Comparing asset pricing models. *The Journal of Finance*, 73(2), 715-754. <http://dx.doi.org/10.1111/jofi.12607>
- Barrientos, A., & Boussofiane, A. (2005). How efficient are pension fund managers in Chile?. *Revista de Economia Contemporânea*, 9(2), 289-311. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-98482005000200003>
- Basso, A., & Funari, S. (2017). The role of fund size in the performance of mutual funds assessed with DEA models. *The European Journal of Finance*, 23(6), 457-473. <http://dx.doi.org/10.1080/1351847X.2016.1164209>
- Bhojraj, S., Cho, Y. J., & Yehuda, N. (2012). Mutual fund family size and mutual fund performance: The role of regulatory changes. *Journal of Accounting Research*, 50(3), 647-684. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-679X.2011.00436.x>
- Bisso, C. S., Caldeira, J. F., Samanez, C. P., & Telles, G. R. (2016). Produtividade e eficiência no mercado de fundos de investimento no Brasil: Uma abordagem comparativa. *Revista Brasileira de Finanças*, 14(3), 323-352.
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2011). Data envelopment analysis DEA. In P. Bogetoft & L. Otto (Eds.), *Benchmarking with Dea, Sfa, and R* (Vol. 157, Chap. 4, pp. 81-113). New York: Springer-Verlag. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-7961-2>

- Borges, E. C., & Martelanc, R. (2015). Luck versus skill: An evaluation of mutual funds in Brazil. *Revista de Administração*, 50(2), 196-207. <http://dx.doi.org/10.5700/rausp1194>
- Brown, S. J., Goetzmann, W., Ibbotson, R. G., & Ross, S. A. (1992). Survivorship bias in performance studies. *The Review of Financial Studies*, 5(4), 553-580. <http://dx.doi.org/10.1093/rfs/5.4.553>
- Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *The Journal of Finance*, 52(1), 57-82. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb03808.x>
- Castro, B. R., & Minardi, A. M. A. F. (2009). Comparação do desempenho dos fundos de ações ativos e passivos. *Revista Brasileira de Finanças*, 7(2), 143-161.
- Ceretta, P. S., & Costa, N. C. da, Jr. (2001). Avaliação e seleção de fundos de investimento: Um enfoque sobre múltiplos atributos. *Revista de Administração Contemporânea*, 5(1), 7-22. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rac/v5n1/v5n1a02.pdf>. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552001000100002>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, J., Hong, H., Huang, M., & Kubik, J. D. (2004). Does fund size erode mutual fund performance? The role of liquidity and organization. *The American Economic Review*, 94(5), 1276-1302. <http://dx.doi.org/10.1257/0002828043052277>
- Choi, Y. K., & Murthi, B. P. S. (2001). Relative performance evaluation of mutual funds: A non-parametric approach. *Journal of Business Finance & Accounting*, 28(7/8), 853-876. <http://dx.doi.org/10.1111/1468-5957.00396>
- Cribari-Neto, F., & Silva, W. B. da (2011). A new heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator for the linear regression model. *AStA Advances in Statistical Analysis*, 95(2), 129-146. <http://dx.doi.org/10.1007/s10182-010-0141-2>
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 19(3), 273-292. <http://dx.doi.org/10.2307/1906814>
- Devaney, M., Morillon, T., & Weber, W. (2016). Mutual fund efficiency and tradeoffs in the production of risk and return. *Managerial Finance*, 42(3), 225-243. <http://dx.doi.org/10.1108/MF-05-2015-0142>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- Fama, E. F., & French, K. R. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.10.010>
- Fama, E. F., & French, K. R. (2016). Dissecting anomalies with a five-factor model. *The Review of Financial Studies*, 29(1), 69-103. <http://dx.doi.org/10.1093/rfs/hhv043>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290. <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>
- Heij, C., Boer, P. de, Franses, P. H., Kloek, T., & Dijk, H. K. van (2004). *Econometric methods with applications in business and economics*. New York: Oxford University Press.
- Iquiapaza, R. A., Barbosa, F. V., Amaral, H. F., & Bressan, A. A. (2008). Condicionantes do crescimento dos fundos mútuos de renda fixa no Brasil. *Revista de Administração*, 43(3), 250-262.

- 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. <http://dx.doi.org/10.2307/2328882>
- Jensen, M. C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945–1964. *The Journal of Finance*, 23(2), 389-416. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00815.x>
- Lintner, J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The Review of Economics and Statistics*, 47(1), 13-37. <http://dx.doi.org/10.2307/1924119>
- Lopes, A., Lanzer, E., Lima, M., & Costa, N. da, Jr. (2008). DEA investment strategy in the Brazilian stock market. *Economics Bulletin*, 13(2), 1-10.
- Macedo, M. A. S., Fontes, P. V. S., Cavalcante, G. T., & Macedo, H. D. R. (2010). Análise do grau de atratividade de fundos de renda fixa: Uma abordagem multicriterial da estrutura de oferta utilizando DEA. *Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, 8(1), 71-82.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Matos, P. R. F., & Rocha, J. A. T. da (2009). Ações e fundos de investimento em ações: Fatores de risco comuns?. *Brazilian Business Review*, 6(1), 22-43.
- Melo, R. A. de, & Macedo, M. A. S. da (2013). Análise multicriterial do desempenho de longo prazo das carteiras de ações de fundos de investimento multimercado macro no Brasil no período de 2005 a 2010. *Revista Evidenciação Contábil & Finanças*, 1(2), 69-89. <http://dx.doi.org/10.18405/RECFIN20130205>
- Milani, B., & Ceretta, P. S. (2013). Efeito tamanho nos fundos de investimento brasileiros. *Revista de Administração da UFSM*, 6(1), 119-138. <http://dx.doi.org/10.5902/198346593607>
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 34(4), 768-783. <http://dx.doi.org/10.2307/1910098>
- Murthi, B. P. S., Choi, Y. K., & Desai, P. (1997). Efficiency of mutual funds and portfolio performance measurement: A non-parametric approach. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 408-418. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00356-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00356-6)
- Nerasti, J. N., & Lucinda, C. R. (2016). Persistência de desempenho em fundos de ações no Brasil. *Revista Brasileira de Finanças*, 14(2), 269-297.
- Pollet, J. M., & Wilson, M. (2008). How does size affect mutual fund behavior?. *The Journal of Finance*, 63(6), 2941-2969. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.2008.01417.x>
- Ross, S. A. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341-360. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0531\(76\)90046-6](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0531(76)90046-6)
- Rotela, P., Jr., Pamplona, E. de O., & Salomon, F. L. R. (2014). Otimização de portfólios: Análise de eficiência. *Revista de Administração de Empresas*, 54(4), 405-413. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020140406>
- Sanvicente, A. Z., (2002). Captação de recursos por fundos de investimento e mercado de ações. *Revista de Administração de Empresas*, 42(3), 1-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75902002000300009>
- Sarafidis, V. (2002). An assessment of comparative efficiency measurement techniques [Occasional Paper 2]. *Europe Economics*, London, UK. Retrieved from <http://www.europe-economics.com/download/eeeff.pdf>

- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>
- Silva, A. F. D., Weffort, E. F. J., Flores, E. D. S., & Silva, G. P. D. (2014). Earnings management and economic crises in the Brazilian capital market. *Revista de Administração de Empresas*, 54(3), 268-283. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020140303>
- Tran-Dieu, L. (2015). How do mutual funds transfer scale economies to investors? Evidence from France. *Research in International Business and Finance*, 34, 66-83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ribaf.2014.10.001>
- Varga, G. (2001). Índice de Sharpe e outros indicadores de performance aplicados a fundos de ações brasileiros. *Revista de Administração Contemporânea*, 5(3), 215-245. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rac/v5n3/v5n3a11.pdf>. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552001000300011>

Dados dos Autores

Simone Evangelista Fonseca

Av. Pres. Antonio Carlos, 6627, Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: simone_fonseca16@hotmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-1169-8614>

Anderson Rocha Fernandes

Av. Pres. Antonio Carlos, 6627, Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: andersonrjf@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3323-1967>

Cristiana Lara Cunha

Av. Prof. Luciano Gualberto, 908, sala H145, Butantã, 05508-010, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: cristianalara@usp.br. <https://orcid.org/0000-0002-7661-6755>

Robert Aldo Iquiapaza

Av. Pres. Antonio Carlos, 6627, Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: rbali@ufmg.br. <http://orcid.org/0000-0003-1657-2823>