

## MODELOS DE MENSURAÇÃO DE DESEMPENHO DE FUNDOS DE INVESTIMENTO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

### Autoria

CAMILA TERESA MARTUCHELI  
CEPEAD/UFMG

Sabrina Espinele da Silva  
CEPEAD/UFMG

### Resumo

O artigo propõe a comparação dos seguintes modelos de precificação: Capital Asset Pricing Model (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964) ? Lintner (1965) ? Mossin (1966), modelo de três Fatores, proposto por Fama e French (1993) (FF3), modelo de 4 fatores proposto por Carhart (1997) (FFC), e o modelo de cinco fatores, proposto por Fama e French (2015) (FF5) na capacidade de mensuração do desempenho de um fundo de investimentos. Adicionalmente, é proposta a inclusão do fator liquidez ao modelo de Carhart (1997) e Fama e French (2015). O objetivo é identificar quais modelos de precificação, entre os propostos, melhor explicam o desempenho dos fundos de investimentos, bem como qual a relevância do Fator Liquidez (IML) nos diferentes modelos de precificação. Os resultados revelaram que o modelo FFC4 e FFC4+IML apresentaram maior poder de explicação, sendo que o Fator Liquidez (IML) demonstrou ter relevância significativa na análise do desempenho de um fundo.

ÁREA TEMÁTICA: FINANÇAS  
MODELOS DE MENSURAÇÃO DE DESEMPENHO DE FUNDOS DE  
INVESTIMENTO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

## RESUMO

O artigo propõe a comparação dos seguintes modelos de precificação: Capital Asset Pricing Model (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964) – Lintner (1965) – Mossin (1966), modelo de três Fatores, proposto por Fama e French (1993) (FF3), modelo de 4 fatores proposto por Carhart (1997) (FFC), e o modelo de cinco fatores, proposto por Fama e French (2015) (FF5) na capacidade de mensuração do desempenho de um fundo de investimentos. Adicionalmente, é proposta a inclusão do fator liquidez ao modelo de Carhart (1997) e Fama e French (2015). O objetivo é identificar quais modelos de precificação, entre os propostos, melhor explicam o desempenho dos fundos de investimentos, bem como qual a relevância do Fator Liquidez (IML) nos diferentes modelos de precificação. Os resultados revelaram que o modelo FFC4 e FFC4+IML apresentaram maior poder de explicação, sendo que o Fator Liquidez (IML) demonstrou ter relevância significativa na análise do desempenho de um fundo.

**Palavras-chave:** fundos de investimento, modelos de precificação, fator liquidez

## ABSTRACT

The article proposes a comparison of the following pricing models: Capital Asset Pricing Model (CAPM), developed by Sharpe (1964) - Lintner (1965) - Mossin (1966), model of three Factors, proposed by Fama and French (1993) (FF3), a four-factor model proposed by Carhart (1997) (FFC), and the five-factor model proposed by Fama and French (2015) (FF5) in the capacity to measure the performance of an investment fund. In addition, it is proposed to include the liquidity factor in the model of Carhart (1997) and Fama and French (2015). The objective is to identify which pricing models, among the proposed ones, best explain the performance of the investment funds, as well as the relevance of the Liquidity Factor (IML) in the different pricing models. The results showed that the model FFC4 and FFC4 + IML presented greater explanatory power, and the Liquidity Factor (IML) was shown to have significant relevance in the analysis of the performance of a fund.

**Keywords:** investment funds, pricing models, liquidity factor

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o início da Moderna Teoria de Finanças, discute-se um modelo para se chegar à escolha de um portfólio ótimo, cujo retorno esperado seja o maior possível e o risco minimizado. Markowitz (1952) desenvolveu a Teoria dos Portfólios relacionando retorno e risco para a maximização da utilidade do investidor. A partir dessa teoria, outras foram sendo desenvolvidas com o intuito de mensurar o desempenho de portfólios de ativos.

Sharpe (1964) – Lintner (1965) – Mossin (1966), baseando no modelo na relação de risco e retorno proposta por Markowitz (1952) desenvolveram o Modelo de Precificação de Ativos de Capital (Capital Asset Pricing Model-CAPM), abarcando apenas um fator, o prêmio de risco de mercado. Encontra-se na literatura diversas críticas a esse modelo, entre elas a impossibilidade de se conhecer a verdadeira carteira de mercado (ROLL, 1977; FAMA E FRENCH, 1996). Contudo, esse modelo ainda é amplamente utilizado para mensuração da performance de uma carteira de investimentos, talvez por sua simplicidade e facilidade de utilização.

Ross (1976) e Roll e Ross (1980) ao criticarem o CAPM e suas limitações, constroem a Teoria da Arbitragem, em que o retorno esperado é tido por vários fatores. Tais autores, entretanto, não definem quais ou quantos fatores seriam ideais ou necessários.

Fama e French (1993) definem dois fatores adicionais ao modelo CAPM e criam o modelo de 3 Fatores, sendo esses fatores o fator tamanho e o fator *book-to-market*. Carhart (1997), ao avaliar o desempenho de fundos de investimento acrescenta o fator *momentum*. Fama-French (2015) atualizam o Modelo 3 Fatores e criam o Modelo 5 Fatores, ao incorporar ao primeiro os fatores investimento e lucratividade.

Além dos fatores tradicionais trazidos pelos modelos expostos, muitos estudos apontam a importância do fator liquidez na precificação de ações, dentre eles, Amihud e Mendelson (1991), Correia, Amaral e Bressan (2008) e Machado e Medeiros (2012). Dessa forma, esta pesquisa propõe a adição do fator liquidez a alguns dos modelos de precificação.

Observa-se que a precificação parte, inicialmente, de um modelo de um fator até um modelo mais atual que considera cinco fatores. Portanto, estabelece-se a seguinte questão de pesquisa: **Quais os modelos de precificação se mostram mais adequados para avaliar o desempenho de um fundo de investimento? A adição de um fator liquidez é relevante para o poder de explicação?**

Dessa forma, a presente pesquisa visa mensurar o desempenho dos fundos de investimentos, através de uma análise comparativa entre os modelos Capital Asset Pricing Model (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964) – Lintner (1965) – Mossin (1966), modelo de três Fatores, proposto por Fama e French (1993) (FF3), modelo de 4 fatores proposto por Carhart (1997) (FFC), e o modelo de cinco fatores, proposto por Fama e French (2015) (FF5). Adicionalmente propõe-se a inclusão do fator liquidez ao modelo de Carhart (1997) e Fama e French (2015).

O Objetivo Geral refere-se, portanto, à estimação dos parâmetros que representam a sensibilidade dos fundos de investimento aos fatores propostos por Carhart (1997) e Fama e French (2015), bem como à comparação dos modelos CAPM, FF3, FFC, FF5, acrescidos ou não do fator de liquidez, visando concluir sobre o modelo que melhor captura a relação.

Dessa forma, pretende-se analisar quais modelos de precificação melhor explicam o retorno em excesso gerado pelas carteiras dos fundos de investimentos.

Ademais, pretende-se analisar também a relevância do fator liquidez nos diferentes modelos de precificação.

Esta pesquisa justifica-se em virtude do questionamento da relevância que a adição de mais variáveis explicativas em uma regressão poderia levar ao aumento do poder explicativo do modelo, visto que, não existe uma limitação pré-definida quanto à quantidade ideal de fatores (variáveis explicativas) a serem utilizadas. Dessa forma, pretende-se contribuir para pesquisas futuras demonstrando a relevância ou não dos fatores para a determinação da performance de fundos de investimentos.

Além desta introdução, esta pesquisa se estrutura da seguinte forma: a seção 2 apresenta um referencial teórico necessário à compreensão dos conceitos a serem discutidos nesta pesquisa, a seção 3 apresenta a metodologia utilizada, na seção 4 tem-se a análise e discussão dos resultados e na seção 5 encontram-se as considerações finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A indústria de Fundos de investimento

Um fundo de investimento é definido pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM, 2016) como, uma comunhão de recursos organizada sobre a forma de condomínio, destinada à aplicação de recursos financeiros. A classificação dos fundos será dada com base no principal fator de risco dos ativos que compõe a carteira, segundo definições da mesma.

É notável o expressivo crescimento da indústria brasileira de fundos de investimento ao longo dos últimos anos. Dados da Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais (ANBIMA, 2016) demonstram um crescimento de aproximadamente 400 % em termos de recursos administrados na indústria entre dezembro de 2004 e dezembro de 2016.

O investimento em fundos proporciona ao investidor diversas vantagens tais como, acesso a mercados que dificilmente acessariam individualmente, maior diversificação de risco e gestão profissional (MILANI E CERETTA, 2013, FILGUEIRA E CIDADE, 2015). Dessa forma, a alocação de recursos em fundos de investimentos proporciona ganhos de escala ao investidor.

### 2.2 Seleção de Portfólios e Modelos de Precificação

A Teoria Moderna de Finanças se consolida juntamente com a Teoria das Carteiras, desenvolvida por Markowitz (1952), quando ele propõe uma nova abordagem para a seleção de ativos. Essa nova abordagem substitui a antiga maneira de selecionar os ativos de um portfólio, baseada em dois estágios. No primeiro estágio, o indivíduo observa o comportamento dos ativos ao longo do tempo e, através da experiência, observa os resultados; então prevê a performance futura desse portfólio. O segundo estágio começa com crenças relevantes sobre a performance futura e termina com a escolha do portfólio. Markowitz (1952) desenvolve sua teoria com base nesse segundo estágio.

Enquanto o retorno esperado é algo desejável, a variância desse retorno é indesejável. Markowitz (1952) ilustra matematicamente a relação entre crenças e escolha do portfólio de acordo com a regra dos retornos esperados e a variância desses retornos – risco. Para isso utiliza conceitos estatísticos para correlacionar o retorno de ativos e chegar a uma carteira eficiente, que ofereça máximo retorno esperado para um determinado nível de risco.

Uma carteira eficiente é, então, aquela em que os pesos determinam uma combinação ótima entre risco e retorno da carteira. Conforme equação abaixo, a variância de uma carteira com dois ativos é uma função das variâncias de seus ativos ( $\sigma^2$ ), seus pesos ( $w$ ) e as correlações do par de ativos ( $\rho_{XY} \cdot \sigma_X \cdot \sigma_Y$ ).

$$\sigma^2 = w^2A \cdot \sigma^2A + w^2B \cdot \sigma^2B + 2 \cdot wA \cdot wB \cdot \rho_{AB} \cdot \sigma A \cdot \sigma B$$

Uma estimativa mais precisa de seus pesos pode minimizar a variância entre ambos, a partir da equação acima citada. Ao derivar a equação

$$\sigma^2 = w^2A \cdot \sigma^2A + w^2(1 - wA)^2 \cdot \sigma^2B + 2 \cdot wA \cdot (1 - wA) \cdot \rho_{AB} \cdot \sigma A \cdot \sigma B, \text{ obtém-se:}$$

$$w^*A = \frac{\sigma^2B - \rho_{AB}\sigma A\sigma B}{(\sigma^2A + \sigma^2B - 2\rho_{AB}\sigma A\sigma B)}$$

O resultado seria a proporção ótima dos ativos da carteira, (Damodaran, 2004).

Dessa equação infere-se que quanto maior a correlação dos ativos (Covariância/Desvio Padrão de A x Desvio Padrão de B), menor é o benefício da diversificação. Isso porque considerando que a correlação varia de (-1) a (+1), quanto mais perto de (-1) é o resultado, os ativos se correlacionam negativamente, ou seja, enquanto um vai para uma direção, o outro vai para outra. E, se o resultado se aproxima mais de (+1), os ativos se correlacionam positivamente, ou seja, vão para a mesma direção. Se o resultado for zero (0), os ativos são independentes entre si.

Uma carteira com três ativos, a equação se desenvolve como segue abaixo:

$$\sigma^2 = w^2A \cdot \sigma^2A + w^2B \cdot \sigma^2B + w^2C \cdot \sigma^2C + 2 \cdot wA \cdot wB \cdot \rho_{AB} \cdot \sigma A \cdot \sigma B + 2 \cdot wA \cdot wC \cdot \rho_{AC} \cdot \sigma A \cdot \sigma C + 2 \cdot wB \cdot wC \cdot \rho_{BC} \cdot \sigma B \cdot \sigma C^1$$

E dessa equação tem-se de forma geral a seguinte função da variância de uma carteira com  $n$  ativos; onde  $\bar{\sigma}^2$  é a variância dos retornos do ativo médio e  $\bar{\sigma}_{ij}$  é a covariância média dos retornos dos ativos de uma carteira.

$$\sigma^2_p = n \left(\frac{1}{n}\right)^2 \cdot \bar{\sigma}^2 + \left(\frac{n-1}{n}\right) \bar{\sigma}_{ij} = \frac{\sigma^2}{n} + \left(\frac{n-1}{n}\right) \bar{\sigma}_{ij}$$

Aplicando a equação acima, tem-se que, inicialmente, com a adição de um ativo à carteira, a variância diminui de maneira significativa, contudo, à medida que mais ativos são adicionados, após determinado número de ativos, essa variância diminui de maneira pouco significativa. Ou seja, a diversificação tem um determinado limite para que gere benefícios, isso porque ao adicionar um grande número de ativos à uma carteira, há custos de agência que podem não compensar a pouca redução da variância, conforme exemplo abaixo.

O retorno esperado de uma carteira se dá então pela média ponderada dos retornos dos ativos individuais. Conforme equação abaixo.

$$E(Re) = wA \cdot E(Ra) + wB \cdot E(Rb)$$

E dado o retorno dos ativos e a covariância  $\left(\frac{\sum(Ra - \text{Média}(Ra)) \cdot (Rb - \text{Média}(Rb))}{n-1}\right)$  entre eles, a melhor combinação forma a fronteira eficiente, onde estão os pontos que representam os portfólios com o menor risco possível para qualquer retorno superior ao do portfólio de variância mínima (maior retorno esperado para o menor nível de risco). O investidor, então, escolhe a carteira que maximiza sua utilidade esperada.

<sup>1</sup> Uma carteira com três ativos possui duas correlações. À medida que o número de ativos aumenta, as correlações aumentam exponencialmente. Tem-se, então, que o N° de termos de covariância é  $= \frac{n \cdot (n-1)}{2}$ .

Apesar de Harry Markowitz ter recebido o Prêmio Nobel em 1990 por ter desenvolvido a Teoria de Seleção de Portfólios, sua abordagem para a maximização de carteira baseada no risco-retorno apresenta algumas dificuldades no desenvolvimento. Uma delas é que o modelo necessita de um grande número de insumos, visto que é preciso calcular a covariância dos ativos em pares; se for pensar em um universo de ações, seriam infindáveis cálculos. (BODIE, KANE, MARCUS, 2010).

### 2.2.1 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Assim como as carteiras de Markowitz, os modelos de precificação de ativos têm como base a análise de risco – mensurado a partir da perspectiva do investidor, que é diversificado. Este modelo é calculado por meio da distribuição de retornos reais em torno do retorno esperado. Contudo, esses modelos se diferem na mensuração do risco, em especial o Capital Asset Pricing Model (CAPM), um modelo padrão utilizado na maior parte das análises de finanças.

O CAPM é um modelo que estipula a taxa de rentabilidade esperada de ativos de risco a qual está linearmente atrelada a dois fatores: a taxa livre de risco e a taxa de rentabilidade esperada do portfolio apresentado (Amaral, 1994). O modelo foi criado por Sharpe (1964) e Lintner (1965), com contribuições de Mossin (1966). Eles desenvolveram as ideias da diversificação para formular um modelo que pudesse precificar os ativos financeiros utilizando como base a taxa livre de risco, o prêmio pelo risco e o beta do mercado, que representa o risco desse mercado. Também buscaram elucidar a maneira como a tendência racional dos investidores em investir em carteiras dentro da fronteira eficiente de Markowitz pudesse afetar o preço dos ativos financeiros.

O modelo CAPM demanda três insumos: o ativo livre de risco, cujo retorno esperado é conhecido pelo investidor antecipadamente; o prêmio de risco, que é o prêmio demandado pelo investidor que vai investir em determinada carteira de ativos; e o beta, que mede o risco através da relação entre a covariância do ativo  $i$  relativamente à carteira de investimentos de mercado e a variância da carteira de investimentos de mercado.

Assim tem-se a equação:  $R(E_i) = R_f + [\beta_i(R_m) - R_f]$ . Em que  $R(E_i)$  é o retorno esperado em relação ao ativo  $i$ ;  $R_f$  é o ativo livre de risco;  $R_m$  é o retorno esperado sobre a carteira de investimentos de mercado e  $\beta_i$  o beta do investimento  $i$ .

No entanto, o modelo CAPM assume às seguintes premissas: os investidores avaliam as carteiras com base no valor esperado e na variância dos retornos; os investidores são avessos ao risco e escolhem a carteira de investimentos que oferece maior retorno esperado para diferentes níveis de risco e que oferecem o menor risco para diferentes níveis de retorno esperado; os ativos individuais são infinitamente divisíveis e qualquer fração de um ativo pode ser comprada; há uma taxa livre de risco, na qual o investidor pode tomar emprestado ou emprestar; não há custos de transação; não há assimetria de informação, ou seja, não há investidores que possuam informações privilegiadas, há atomicidade no mercado, ou seja, nenhum investidor individual é capaz de alterar o preço de um ativo, visto que há um grande número de compradores e vendedores neste mercado.

Pelo fato do CAPM utilizar apenas um fator, o retorno em excesso do mercado – retorno de mercado menos a taxa livre de risco – novos modelos para precificar os ativos financeiros foram desenvolvidos, como o Modelo de Precificação por Arbitragem, sugerido por Ross (1976). O modelo utiliza um procedimento

multifatorial, no qual o risco é composto por vários fatores macroeconômicos (não especificados pelo autor). Neste modelo, o retorno real  $R$  é medido através da soma do retorno esperado  $R(E)$ , o componente de mercado relativo ao risco inesperado  $m$  e o componente específico da empresa  $\varepsilon$  (erro).

$$R = R(E) + m + \varepsilon$$

O autor considera ainda que a premissa da eficiência do modelo de média-variância não é observável no modelo CAPM, pois os retornos do portfólio de mercado não apresentam distribuição normal.

Roll e Ross (1980) também levantam a questão sobre o fato de que o CAPM considera portfólio de mercado todos os ativos de risco existentes no mercado e que isso, de fato, não é observável, pois o investidor não possui a opção em investir em todos os ativos existentes. Por isso, os autores criticam o modelo de Sharpe-Lintner-Mossin, pois o mesmo não é eficaz uma vez que um portfólio que tenha todos os ativos de risco não existe.

### 2.2.2 Modelo de 4 fatores de Carhart (1997)

Ao longo dos anos surgiram várias críticas ao modelo de precificação de ativos convencional (CAPM), como, por exemplo, a impossibilidade de se conhecer a verdadeira carteira de mercado (ROLL, 1977; FAMA E FRENCH, 1996).

Tentando superar algumas das limitações do modelo CAPM, Fama e French (1993) propuseram um novo modelo, que agora incluía novos fatores ao já difundido CAPM, que eles denominaram de fatores de risco comum das ações, sendo eles: o índice book-to-market (valor contábil / valor de mercado) e o fator tamanho, assim os investidores receberiam não apenas um prêmio pelo risco de mercado, como também um pelos outros dois fatores anteriormente citados.

Carhart (1997), por sua vez, propôs uma extensão ao modelo de Fama e French (1993), incluindo agora o fator momento. Define-se este fator como, a estratégia de operar comprado em ativos com boa performance nos últimos meses (curto prazo) e vender ativos com baixo rendimento no mesmo período. O modelo de Carhart (1997), que será o utilizado nesta pesquisa, é definido como segue:

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha_{i,t} + b_{i,t}(r_{m,t} - r_{f,t}) + s_{i,t}SMB_t + h_{i,t}HML_t + p_{i,t}PR1YR_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde:

$r_{i,t} - r_{f,t}$  = excesso de retorno do fundo  $i$  sobre o retorno do ativo livre de risco no mês  $t$ ;

$SMB_t$  = do inglês *Small Minus Big* - prêmio pelo fator tamanho no mês  $t$ ;

$HML_t$  = do inglês *High Minus Low* – prêmio pelo fator *book-to-market* (valor contábil / valor de mercado – VC/VM) no mês  $t$ .

$PR1YR_t$  = do inglês *Prior 1-year momentum* – prêmio pelo fator momento no mês  $t$ .

$\varepsilon_{it}$  = Termo de erro do modelo.

### 2.2.3 Modelo de 5 fatores de Fama e French (2015)

A partir do modelo 3 Fatores, Fama e French (2015) desenvolveram o modelo 5 Fatores, ao acrescentar ao modelo de Fama e French (1993) os Fatores Lucratividade – RMW (Robust Minus Weak) e Investimento – CMA (Conservative Minus Aggressive), com o objetivo de tentar captar anomalias que não eram explicadas pelo modelo 3 Fatores. Assim a equação do Modelo 5 Fatores se configura:

$$E(R_i) - R_f = \beta_i[E(R_m) - R_f] + s_iE(SMB) + h_iE(HML) + r_iE(RMW) + c_iE(CMA) + e_i$$



O Fator Lucratividade – RMW é calculado através da lucratividade operacional da empresa, cujo índice financeiro é a relação lucro operacional/Patrimônio Líquido. Dessa maneira, o Fator RMW calcula a diferença de retorno de ações com lucratividade operacional alta e baixa. O Fator Investimento – CMA é calculado através da variação dos ativos totais de um ano para outro. Dessa maneira, o Fator CMA calcula a diferença de retorno entre empresas que cresceram com mais intensidade (agressivas) e empresas que cresceram com menor intensidade (conservadoras) ou tiveram retração em número de ativos.

Destaca-se que trabalhos empíricos realizados por Fama-French para testar o Modelo 5 Fatores tiveram como resultado uma relação positiva do Fator Book-To-Market e do Fator Lucratividade com os retornos médios dos mercados de ações da América do Norte, Europa e Ásia, e uma relação negativa do Fator Investimento com esses mesmos retornos médios.

### 2.3 Fator Liquidez

No mercado acionário o fator liquidez está presente e, se mostra relevante para fins de precificação. Ações mais líquidas representam menor risco de saída do investimento para o investidor. Dessa forma os ativos mais líquidos deveriam ser reconhecidos como os mais atrativos, tendo assim um preço mais elevado e uma menor relação risco/retorno (PEROBELLI, FAMÁ, SACRAMENTO, 2016).

A facilidade com que, um ativo pode ser negociado sem prejuízo de valor, reflete o seu nível de liquidez. Um ativo com alta liquidez pode ser comprado ou vendido pelo preço corrente de mercado. Assim, os investidores estariam dispostos a pagar um maior preço pelos ativos com liquidez mais elevada e, de forma contrária, exigiriam um maior retorno para ativos com baixa liquidez (CORREIA, AMARAL, BRESSAN, 2008).

O retorno esperado de um ativo, de acordo com as teorias de precificação, é uma função crescente com o nível de risco, pois os investidores avessos ao risco exigem uma compensação por assumir mais risco. Sendo os investidores também avessos ao custo de iliquidez eles querem ser recompensados para enfrenta-lo, assim o retorno esperado de um ativo também é função crescente da iliquidez (MACHADO E MEDEIROS, 2012).

Machado e Medeiros (2012) concluem em seus estudos que, existe um prêmio de liquidez no mercado brasileiro independente da *proxy* utilizada.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Coleta e Delimitação da Amostra de Dados

Os Dados utilizados nesta pesquisa foram coletados na base de dados disponibilizados pela ANBIMA – SI-ANBIMA 4.3 e compreendem informações mensais dos fundos de investimentos classificados como Ibovespa Ativo no período de janeiro de 2005 a julho de 2016.

Como *proxy* para a taxa livre de risco, utilizou-se o retorno do CDI e em relação a *proxy* da carteira de mercado, utilizou-se o retorno do Índice Ibovespa.

Além do exposto acima, visando à obtenção de uma amostra mais homogênea, estabeleceu-se uma restrição de o fundo ter no mínimo 36 meses de dados de retorno, para permanecer na amostra. A escolha de 3 anos (36 meses) de estimação está em consonância com o realizado por Carhart (1997).

Os fundos que, por algum motivo, fecharam suas operações dentro do período de estimação foram mantidos na amostra, para que esta não tenha viés de sobrevivência.

Portanto a amostra final de dados se constitui de 1000 fundos do tipo Ibovespa Ativo.

### 3.2 Estimação Econométrica

Para testes da hipótese de pesquisa foram realizadas regressões múltiplas a partir dos modelos propostos, a saber:

Modelo 1 : CAPM

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha_{i,t} + b_{i,t}(r_{m,t} - r_{f,t}) \quad (1)$$

Onde:

$r_{i,t} - r_{f,t}$  = Representa o excesso de retorno do fundo i no tempo t;

$(r_{m,t} - r_{f,t})$  = Representa o prêmio de risco de mercado.

Modelo 2 : FF3

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha_{i,t} + b_{i,t}(r_{m,t} - r_{f,t}) + s_{i,t}SMB_t + h_{i,t}HML_t + \varepsilon_i \quad (2)$$

Onde:

$r_{i,t} - r_{f,t}$  = excesso de retorno do fundo i sobre o retorno do ativo livre de risco no mês t,

$SMB_t$  = do inglês *Small Minus Big* - prêmio pelo fator tamanho no mês t,

$HML_t$  = do inglês *High Minus Low* – prêmio pelo fator *book-to-market* (valor contábil / valor de mercado – VC/VM) no mês t.

$\varepsilon_{it}$  = Termo de erro do modelo.

Modelo 3 : FF4

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha_{i,t} + b_{i,t}(r_{m,t} - r_{f,t}) + s_{i,t}SMB_t + h_{i,t}HML_t + p_{i,t}PRIYR_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Onde:

$PRIYR_t$  = do inglês *Prior 1-year momentum* – prêmio pelo fator momento no mês t.

$\varepsilon_{it}$  = Termo de erro do modelo.

Modelo 4: FF5

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha_{i,t} + b_{i,t}(r_{m,t} - r_{f,t}) + s_{i,t}SMB_t + h_{i,t}HML_t + p_{i,t}CMA_t + \eta RMW_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Onde:

$CMA_t$  = do inglês *Conservative-Minus-Aggressive* - prêmio pelo fator investimento;

$RMW_t$  = do inglês *Robust-Minus-Weak* – prêmio pelo fator lucratividade.

Os modelos 5 e 6 são reestimações dos modelos 3 e 4 respectivamente, com a adição do fator IML, que representa o prêmio pelo fator liquidez.

Modelo 5 : FF4

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha_{i,t} + b_{i,t}(r_{m,t} - r_{f,t}) + s_{i,t}SMB_t + h_{i,t}HML_t + p_{i,t}PRIYR_t + s_{i,t}IML_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Modelo 6: FF5

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha_{i,t} + b_{i,t}(r_{m,t} - r_{f,t}) + s_{i,t}SMB_t + h_{i,t}HML_t + p_{i,t}CMA_t + \eta RMW_t + s_{i,t}IML_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Desses modelos, extraiu-se o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajustado) que serve como medida de comparação da capacidade de explicação de cada modelo.

Como se trabalhou com vários fundos de investimento ao longo de um período temporal, procedeu-se a análise a partir da utilização de dados em painel. Após realização do teste de Hausman, decidiu-se pela utilização de dados em painel com efeitos fixos, pois, os resultados do teste apontaram o modelo de efeitos fixos como o mais adequado. Verificando-se a presença de heterocedasticidade e de correlação serial, os modelos foram reestimados pelo método de mínimos quadrados generalizados.

### 3.3 Construção dos fatores de risco de Fama-French (1993, 2015) Carhart (1997)

Os fatores foram construídos por meio da formação de carteiras formadas no último dia do mês de junho do ano t-1. Essas carteiras foram formadas pela totalidade de ações ativas do Ibovespa, após a exclusão de instituições financeiras e empresas que apresentavam valor contábil negativo. Os pesos das ações na carteira foram determinados de acordo com a capitalização de mercado de cada ação e atualizados mensalmente.

O prêmio de risco de mercado (fator (rm-rf)) foi construído pela diferença entre os retornos mensais do índice Ibovespa e os retornos mensais da taxa livre de risco (CDI).

O prêmio pelo fator tamanho (SMB) foi dado pela diferença entre o retorno médio mensal das três carteiras de ações com baixa capitalização de mercado (*small stocks*) e o retorno médio mensal das três carteiras de ações com alta capitalização de mercado (*large stocks*).

O prêmio pelo fator *book-to-market* (HML) foi dado pela diferença entre o retorno médio mensal das duas carteiras de ações com alto índice *book-to-market* (b/m) e o retorno médio mensal das duas carteiras de ações com baixo índice b/m.

Para calcular o fator momento (fator *momentum* no modelo de Carhart (1997)), com as mesmas carteiras formadas para o modelo de 3 fatores, as ações foram ordenadas com base nos retornos acumulados dos últimos 11 meses e divididas em dois grupos (vencedoras e perdedoras) baseado na mediana dos retornos acumulados.

O prêmio pelo fator momento (MOM) é definido como a diferença entre o retorno médio mensal de duas carteiras de ações vencedoras e o retorno médio de duas carteiras de ações perdedoras.

O prêmio pelo fator lucratividade (RMW) foi calculado como a diferença entre o retorno médio mensal de duas carteiras de ações com alta lucratividade e o retorno médio mensal de duas carteiras de ações com fraca lucratividade.

O prêmio pelo fator investimento (CMA) foi calculado como a diferença entre o retorno médio mensal de duas carteiras de ações com baixo grau de investimento (conservadoras) e o retorno médio mensal de duas carteiras de ações com alto grau de investimento (agressivas).

O prêmio pelo fator liquidez (IML), diferentemente dos outros fatores, foi obtido da base de dados disponibilizada pelo Núcleo de Pesquisa em Economia Financeira da Universidade de São Paulo (NEFIN-FEA-USP).

### 3.4 Validação do Modelo Econométrico

A realização de inferências a respeito dos resultados de uma regressão está condicionada a verificação da adequabilidade do modelo aos pressupostos da técnica. Portanto, realizou-se a validação do modelo por meio da realização de testes para os seguintes pressupostos: homocedasticidade dos resíduos e ausência de correlação serial.

Para verificação do pressuposto de homocedasticidade (variância constantes) dos termos de erro foi realizado o teste de Breusch-Pagan. O teste de Breusch-Pagan verifica a presença de heterocedasticidade nos dados do modelo. O teste consiste na verificação da hipótese nula de que as variâncias dos erros são iguais (homocedasticidade) versus a hipótese alternativa de que as variâncias dos erros são uma função multiplicativa de uma ou mais variáveis.

O teste de Hausman é apresentado para a comparação entre as modelagens *fixed* e *random effects*. A hipótese nula do teste ( $H_0$ ) aponta para a maior eficiência no modelo de efeitos aleatórios, que atribui um caráter randômico à heterogeneidade entre os indivíduos da amostra.

O teste de Breusch-Godfrey testa a hipótese alternativa ( $H_a$ ) de que existe correlação serial nos termos de erro do modelo.

#### 3.4.1 Identificação de *Outliers*

De acordo com Hair et al. (2009), observações atípicas devem ser vistas no contexto da análise e assim investigadas de acordo com as informações que podem fornecer. Elas podem ser benéficas quando, apesar de diferir do resto da amostra, indiquem características da população que de outro modo não seriam percebidas. Porém, as problemáticas não representam a população e são contrárias aos objetivos da análise. Além disso, podem distorcer seriamente os testes estatísticos.

Desde modo, trataram-se as observações atípicas do retorno mensal de cada fundo de investimento da amostra. A identificação dos *outliers* foi realizada por meio da análise do intervalo interquartil ( $(Q_3 - Q_1)$ ) conforme realizado por Paz (2016), Carneiro (2014) e Fávero et al. (2009).

O cálculo foi realizado de acordo com o especificado na equação 7.

$$Q_1 - k(Q_3 - Q_1); Q_3 + k(Q_3 - Q_1) \quad (7)$$

Onde:  $Q_1$  = primeiro quartil;  $Q_3$  = terceiro quartil;  $k$  = constante igual a 1,5.

A equação 6 define os limites inferior e superior para os dados da amostra. Dessa forma, as observações que se encontram acima do limite superior ou abaixo do limite inferior foram consideradas *outliers* e excluídas da amostra.

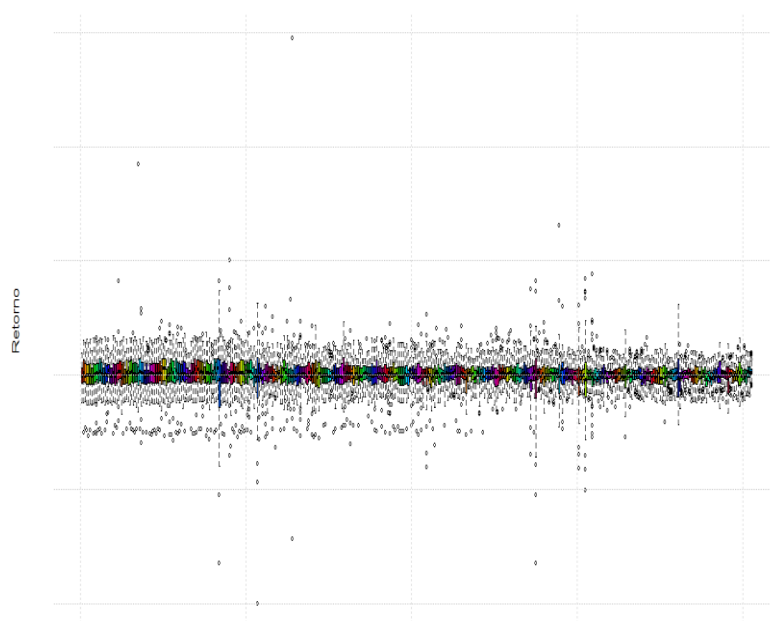
Este método de detecção de *outliers* foi escolhido por sua robustez visto que não é influenciado por valores extremos, ao contrário de métodos que, por exemplo, consideram o desvio-padrão na detecção dos valores atípicos.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Estatísticas Descritivas

A análise inicial do gráfico *box-plot* foi realizada a fim de identificar possíveis *outliers* na amostra. Os valores que se encontram fora do limite superior e inferior da distribuição (calculados de acordo com a equação 7 da seção 3.4.1) são chamados de “*outside*” e devem ser investigados como possíveis *outliers*. Não necessariamente valores “*outside*” são *outliers*, entretanto usualmente um *outlier* aparece no gráfico como um *outside*. A seguir, observa-se o *box-plot* inicial dos retornos mensais dos fundos da amostra.

Gráfico 1 - *Box-Plot* dos Retornos Mensais dos Fundos de Investimento Ibovespa Ativo (2005-2016)



Fonte: Elaboração Própria

Por meio do gráfico 1, percebe-se a existência de diversos valores de retornos extremamente discrepantes dos retornos do resto da amostra. Dessa forma, a investigação e eliminação destes valores fizeram-se necessária, de forma a se obter resultados mais consistentes ao longo das estimações.

Após a eliminação dos valores considerados como *outliers*, observa-se que os fundos do tipo Ibovespa Ativo obtiveram uma média de retorno mensal negativa ao longo deste período e que o retorno máximo médio mensal foi de 13.47% a.m no período. As informações descritivas dos retornos podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas dos retornos dos fundos - Ibovespa Ativo (2005-2016)

Retorno Mensal	
Mínimo	-14.38%
Mediana	-0.37%
Média	-0.36%
Máximo	13.47%

Fonte: Elaboração Própria

Observando-se a tabela 1, infere-se a relevância para um investidor sobre a realização da análise do desempenho de um fundo de investimento, uma vez que a análise adequada trará para ele maiores níveis de retornos. Deste modo, verificar qual modelo melhor captura a relação entre o excesso de retorno dos fundos e o prêmio de risco definido por fatores ao longo da literatura acadêmica torna-se relevante.

#### 4.2 Resultados das Estimações

Os resultados das estimações econométricas dos modelos propostos podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Modelos Estimados**

Modelos	Variáveis							R <sup>2</sup> ajustado
	Rm-Rf	SMB	HML	MOM	CMA	RMW	IML	
CAPM	0.7911***	-	-	-	-	-	-	0.7562
FF3	0.8074***	0.1154***	-0.6044***	-	-	-	-	0.7639
FFC4	0.8275***	0.1384***	0.0072	0.1017***	-	-	-	0.7688
FFC4 + IML	0.8271***	0.1376***	0.0075	0.0998***	-	-	0.0611***	0.7690
FF5	0.8274***	0.1256***	-0.0597***	-	0.0503***	0.0293***	-	0.7653
FF5 + IML	0.8265***	0.1246***	-0.0580***	-	0.0489***	0.0276***	0.0799***	0.7656

Fonte: Elaboração Própria

**Nota:** \*\*\* significa significância estatística a 0,1%

Em termos de poder explicativo, percebe-se que o modelo CAPM é o que menos explica o retorno em excesso de um fundo, o que demonstra que, faz-se realmente necessário a adição de novos fatores.

Entre os modelos de maior poder explicativo (FF3, FFC4, FF5, FFC4+IML e FF5+IML), a diferença entre o R<sup>2</sup> ajustado é bem pequena. Em contrapartida nota-se que, entre eles, o modelo FFC4 e FFC4+IML apresentam o maior poder de explicação. Sendo que, o modelo FF4+IML apresentou o maior R<sup>2</sup> ajustado dentre eles. Esse resultado demonstra mais uma vez a relevância do fator liquidez na análise do desempenho de um fundo.

Dos resultados, infere-se que a adição indefinida de fatores aos modelos de explicação não necessariamente melhora sua capacidade preditiva; o que deve ser observado é a relevância desse fator.

Antes da análise da significância ou não dos fatores, testam-se os pressupostos do modelo.

Na tabela 3 podem ser observados os resultados do teste de Hausman, realizado para a verificação do modelo para dados em painéis que melhor se adequaria ao efeito fixo versus efeitos aleatórios.

**Tabela 3 – Teste de Hausman – Efeitos Fixos versus Efeitos Aleatórios**

Teste de Hausman				
Modelo	CAPM	FF3	FFC4	FF5
Chisq	161.25	58.494	24.81	92.192
Df	1	3	4	5
p-value	2.20E-16	1.23E-12	5.49E-05	2.20E-16

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados do teste observados na tabela 3 apontam para a adequabilidade da utilização de um modelo de efeitos fixos.

Na Tabela 4, podem ser observados os resultados dos testes de Breusch-Pagan, que verifica a homocedasticidade dos resíduos, e o teste de Breusch-Godfrey, que verifica a presença de correlação nos termos de erro do modelo.

**Tabela 4 – Testes de Homocedasticidade e Correlação Serial**

Breusch-Godfrey	CAPM	FF3	FFC4	FFC4+IML	FF5	FF5+IML
chisq	5.4394	14.571	10.595	10.597	8.9486	10.27
df	2	2	2	2	2	2
p-value	0.0659	0.0006855	0.005003	0.004998	0.0114	0.005886
Breusch-Pagan	CAPM	FF3	FFC4	FFC4+IML	FF5	FF5+IML
BP	8.2194	81.3	169.35	176.53	96.919	97.889
df	1	3	4	5	5	6
p-value	0.004145	2.20E-16	2.20E-16	2.20E-16	2.20E-16	2.20E-16

Fonte: Elaboração Própria

Os resultados dos testes apresentados na tabela 4 acusam para a presença de heterocedasticidade e de correlação. Dessa forma, recorreu-se ao uso dos mínimos quadrados generalizados que é um método robusto quando há a presença de heterocedasticidade e correlação. Os resultados desse modelo podem ser observados na tabela 5.

**Tabela 5 – Resultados dos Mínimos Quadrados Generalizados**

Modelos	Variáveis						
	Rm-Rf	SMB	HML	MOM	CMA	RMW	IML
CAPM	0.7656***	-	-	-	-	-	-
FF3	0.8181***	0.1112***	-0.0220***	-	-	-	-
FFC4	0.8599***	0.1434***	-0.0128***	0.1113***	-	-	-
FFC4 + IML	0.8381***	0.1791***	0.0115***	0.1074***	-	-	0.0388***
FF5	0.8117***	0.1767***	-0.1047***	-	0.0308***	0.0151***	-
FF5 + IML	0.7944***	0.1447***	-0.0763***	-	0.0379***	0.0370***	0.0348***

Fonte: Elaboração Própria

Nota: \*\*\* significa significância estatística a 0,1%

O prêmio de risco de mercado (Rm-Rf) é um dos fatores mais comuns utilizados nos modelos de precificação, por isso já se esperava que fosse um fator significativo. Dos resultados, percebe-se que o fator que mede o prêmio pelo risco de mercado é significativo para todos os modelos de precificação e, conseqüentemente, é relevante para a análise do desempenho de um fundo de investimentos.

O prêmio pelo fator tamanho (SMB), assim como o prêmio pelo risco de mercado, se demonstrou significativo em todos os modelos. Assim infere-se que, trata-se de um fator importante para os modelos de precificação e para a análise do desempenho de um fundo de investimentos.

O prêmio pelo fator *book-to-market* (HML) apesar de não ter apresentado significância estatística para dois dos modelos de dados em painel, mostrou-se significativo para todos os modelos quando se considera um método mais robusto.

Dessa forma pode-se afirmar que o fator HML é um fator relevante para a análise do desempenho de um fundo de investimento.

O prêmio pelo fator momento (MOM) também demonstrou ser relevante visto que, foi significativo para todos os modelos em que foi proposto. Dessa forma, infere-se que o fator momento também é relevante para a análise do desempenho de um fundo.

O prêmio pelo fator investimento (CMA) e o prêmio pelo fator lucratividade (RMW) foram positivos e significativos para todos os modelos em que foram propostos. Demonstrando-se, dessa forma, relevantes para a análise do desempenho de um fundo. Entretanto, questiona-se o ganho de explicação pela adição desses fatores.

O prêmio pelo fator liquidez (IML) foi proposto em dois modelos e demonstrou significância em ambos. Esse resultado está em consonância com Machado e Medeiros (2012) que concluem em seus estudos a existência de um prêmio de liquidez no mercado brasileiro, independente da *proxy* utilizada. Assim, o prêmio pelo fator liquidez é relevante para análise do desempenho de um fundo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o surgimento das Finanças Modernas, os pesquisadores da área buscam o desenvolvimento de um modelo que melhor possa precificar o ativo. Grande parte desses modelos é baseada na relação entre risco e retorno, primeiramente abordada na Teoria do Portfólio, desenvolvida por Markowitz (1952). Assim, ao propor a mensuração do desempenho de fundos de investimentos, através da análise comparativa de modelos de precificação, optou-se por estimar os parâmetros que representam a sensibilidade dos fundos de investimento com relação aos fatores propostos por Carhart (1997) e Fama e French (2015), bem como à comparação dos modelos CAPM, FF3, FFC e FF5. Também foi proposto o acréscimo do Fator Liquidez aos modelos FFC4 e FF5, com objetivo de investigar qual modelo melhor captura a relação.

De acordo com a análise dos resultados, chegou-se à conclusão de que, embora todos os modelos sejam explicativos, o modelo de 4 Fatores proposto por Carhart e o mesmo modelo acrescido pelo Fator Liquidez são aqueles que possuem maior poder explicativo. Ou seja, além do modelo de 4 fatores de Carhart explicar melhor a relação entre o excesso de retorno dos fundos e o prêmio de risco definido por seus fatores ( $R_m - R_f$ , SMB, HML e MOM), a adição do Fator Liquidez (IML) melhora ainda mais essa explicação. Esse resultado demonstra a relevância do Fator Liquidez.

Da análise dos resultados também se conclui que a adição indefinida de fatores aos modelos de explicação não necessariamente levaria à melhoria da capacidade preditiva dos mesmos; por isso, é importante observar a relevância dos fatores. Além disso, todos os fatores foram significativos nos modelos apresentados e, por isso, o prêmio de risco de mercado ( $R_m - R_f$ ) e os prêmios pelo fator tamanho (SMB), fator *book-to-market* (HML), fator momento (MOM) e fator investimento (CMA) são relevantes para a análise do desempenho de um fundo de investimento. Contudo, questiona-se o ganho de explicação pela adição de tais fatores, visto que contribuem de maneira tímida, ou seja, com pequena diferença percentual.

A principal contribuição desta pesquisa é com relação à adição do prêmio pelo Fator Liquidez (IML). A mesma demonstrou significância tanto no modelo de Carhart (FFC4), quanto no modelo de 5 fatores de Fama-French (FF5). Assim,



conclui-se que o Fator Liquidez é relevante na análise do desempenho de fundos de investimento. Além disso, a adição do IML ao FFC4 aumenta o poder de explicação de tal modelo. Dessa maneira, conclui-se que o modelo que melhor explica a performance de fundos de investimento, de acordo com a presente pesquisa, é o FFC4+IML e o que menos explica é o CAPM, que tem em sua composição apenas o fator Prêmio de Risco de Mercado.

## REFERÊNCIAS

AMIHUD, Yakov; MENDELSON, Haim. Liquidity, asset prices and financial policy. **Financial Analysts Journal**, v. 47, n. 6, p. 56-66, 1991.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A.J. **Investments**. McGraw-Hill, 2010.

CARHART, M. M. On persistence in mutual fund performance. **The Journal of finance**, v. 52, n. 1, p. 57-82, 1997.

CARNEIRO, R. L. A. **A Influência da Certificação dos Administradores de Carteira Brasileiros no Desempenho de Fundos de Investimento**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração- FACE-UFMG, Minas Gerais, 2014.

CORREIA, Laise F.; AMARAL, Hudson F.; BRESSAN, Aureliano A. O efeito da liquidez sobre a rentabilidade de mercado das ações negociadas no mercado acionário brasileiro. **Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, v. 5, n. 2, p. 111-118, 2008.

CVM. Comissão de Valores Mobiliários. Texto Integral da Instrução CVM Nº 555, de 17 de dezembro de 2014, com as Alterações Introduzidas pelas Instruções CVM Nº 563/1, 564/15 E 572/15. Dispõe sobre a constituição, a administração, o funcionamento e a divulgação de informações dos fundos de investimento. Rio de Janeiro, RJ, 17 de dez. 2014.

DAMODARAN, Aswath. **Finanças Corporativas: Teoria e Prática**. Editora Bookman. 2ª Edição. Porto Alegre. 2004.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. A five-factor asset pricing model. **Journal of Financial Economics**, v. 116, 2015.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. **Journal of financial economics**, v. 33, n. 1, p. 3-56, 1993.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The CAPM is wanted, dead or alive. **The Journal of Finance**, v. 51, n. 5, p. 1947-1958, 1996.

FAVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. D.; CHAN, B. L.. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERNANDES, A. R. J. Análise Comparativa De Modelos De Mensuração de Desempenho e sua Influência na Captação Líquida de Fundos de Investimento em Ações no Brasil. Dissertação (Mestrado em Administração) - **Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração- FACE-UFMG**, Minas Gerais, 2017.

GUJARATI, D. N. **Basic Econometrics** Fourth Edition, The McGraw–Hill Companies, 2004.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Análise multivariada de dados. **Bookman Editora**, 2009.

MACHADO, Márcio André Veras; MEDEIROS, Otávio Ribeiro de. Existe o efeito liquidez no mercado acionário brasileiro?. **BBR-Brazilian Business Review**, v. 9, n. 4, 2012.

ROLL, R. A critique of the asset pricing theory's tests Part I: On past and potential testability of the theory. **Journal of financial economics**, v. 4, n. 2, p. 129-176, 1977.

PAZ, R. L.; IQUIAPAZA, R. A.; BRESSAN, A. A. Influence of Investors' Monitoring on Equity Mutual Funds Performance. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v.7, n. 2, 2017.

TREYNOR, J. L.; MAZUY, K. (1966). Can mutual funds outguess the market? **Harvard Business Review**, 43:131–136.