

Técnicas de seleção de fundos de investimentos sob a ótica dos fundos de pensão brasileiros

Jéssica Santos de Paula¹

 <https://orcid.org/0000-0002-0140-5881>
E-mail: santosdepaula.jessica@gmail.com

Robert Aldo Iquiapaza²

 <https://orcid.org/0000-0003-1657-2823>
E-mail: rballi@ufmg.br

¹ Rodarte Nogueira – Consultoria em estatística e atuária, Belo Horizonte, MG, Brasil

² Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Ciências Econômicas, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração, Belo Horizonte, MG, Brasil

Recebido em 19.03.2020 – Desk aceite em 08.05.2020 – 2ª versão aprovada em 16.06.2021

Editor-Chefe: Fábio Frezatti

Editor Associado: Luís Eduardo Afonso

RESUMO

O objetivo deste artigo foi avaliar a efetividade de técnicas de seleção de fundos de investimentos sob a ótica dos fundos de pensão brasileiros. Estratégias de *asset liability management* (ALM) e *liability driven investment* (LMI) são usualmente adotadas para direcionar o gestor do fundo de pensão em relação à alocação estratégica em classes de ativos que devem compor sua carteira de investimentos e à liquidez necessária em cada época, não especificando, contudo, em quais ativos alocar recursos dentre a infinidade de ativos disponíveis no mercado financeiro. Este artigo contribui para a gestão tática nos segmentos de renda fixa e renda variável terceirizados pelos fundos e demonstra que adotando indicadores simples pode aumentar o desempenho das alocações. Este artigo amplia o conhecimento sobre a decisão de investimentos dos fundos de pensão e gera confiabilidade na adoção do índice de Sharpe como técnica de seleção de fundos de investimentos. Foram analisados os retornos obtidos por carteiras hipotéticas construídas por meio das seguintes técnicas: (i) índice de Sharpe; (ii) alfa de um modelo multifatorial; (iii) eficiência da análise envoltória de dados (DEA, *data envelopment analysis*); e (iv) as diferentes combinações dessas técnicas. Consideraram-se informações de 369 fundos de 2013 a 2018, adotando 12 janelas temporais para seleção e reavaliação das carteiras. Os retornos obtidos foram comparados com a meta atuarial média dos planos de benefícios administrados pelos fundos de pensão, por meio da divergência não planejada (DnP). Ao terceirizar a alocação dos fundos de pensão em fundos de investimento de renda fixa e renda variável verificou-se que o índice de Sharpe contribui significativamente para o desempenho dos fundos de pensão, comparativamente a outros indicadores e técnicas ou sua combinação.

Palavras-chave: fundos de pensão, análise de desempenho, fundos de investimentos, análise envoltória de dados, divergência não planejada.

Endereço para correspondência

Robert Aldo Iquiapaza

Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração
Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Prédio FACE, Sala 4051 – CEP 31270-901
Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil



1. INTRODUÇÃO

O fundo de investimento é um tipo de aplicação financeira que reúne recursos de diversos investidores, com objetivo de obter ganhos financeiros a partir de investimentos coletivos em uma carteira de ativos. De acordo com dados da Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (ANBIMA, 2019), a indústria de fundos de investimento alcançou mais de R\$ 8,5 trilhões em patrimônio líquido, sendo 64% em fundos de investimentos e 36% em fundos de investimentos em cotas de fundos de investimentos. O segmento totalizou 19,1 mil fundos com 20,9 milhões de cotistas (ANBIMA, 2019).

No contexto dos fundos de pensão, que movimentam R\$ 949,9 bilhões de reais no mercado financeiro, 67% dos recursos são investidos por meio de fundos de investimentos, sendo essa, portanto, a modalidade de investimento predominante nesse meio, conforme Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (Abrapp, 2019).

Historicamente, a representatividade dos fundos de investimentos na carteira dos fundos de pensão tem se tornado cada vez maior ao longo dos anos, assim como os ativos classificados no segmento de renda fixa. Isso ocorreu porque, com o aumento da remuneração dos títulos de dívida do governo no período de 2010 e 2014, a alocação dos fundos de pensão nesses ativos se intensificou, fazendo com que 73% da sua carteira consolidada fossem alocados predominantemente no segmento de renda fixa, sendo 54,3% desses por meio de fundos de investimentos (Abrapp, 2019).

Apesar de essa carteira conservadora ser observada mundialmente entre os fundos de pensão, conforme observado pela Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2018), a queda na remuneração desses ativos pode comprometer a capacidade de pagamento de benefícios nos planos previdenciários. Isso ocorre porque a baixa remuneração dos títulos do governo pode reduzir a expectativa de rentabilidade dos planos de benefícios, fazendo com que sejam assumidas taxas de desconto mais baixas para apuração do valor monetário de suas responsabilidades futuras.

Não obstante, dados o potencial dos fundos de pensão para a movimentação da economia do país e o cenário de reformas estruturais e conjunturais, até mesmo no sistema previdenciário, é ressaltada a importância da gestão de seus recursos garantidores, que devem se orientar por uma alocação estratégica, aproveitando as oportunidades do mercado, garantindo não apenas uma rentabilidade superior à meta atuarial, mas uma folga

financeira que proporcione maior segurança ao passivo do plano (Bertucci et al., 2006).

Um dos problemas mais recentes dos fundos de pensão é a baixa remuneração dos ativos que compõem sua carteira de investimentos, podendo comprometer a capacidade de pagar benefícios e/ou aumentar seu risco de insolvência (Guiotti et al., 2020). Essa dificuldade pode ser enfrentada em diferentes etapas da decisão de investimento dessas instituições. Em uma primeira etapa, pode-se realizar uma alocação estratégica nas diferentes classes de ativos e riscos permitidos pela regulamentação e políticas dessas instituições. Por exemplo, podem ser adotadas técnicas de gerenciamento de ativos e passivos, como o *asset liability management* (ALM) e o *liability driven investment* (LDI) (Bogentoft et al., 2001; Hibiki, 2006; Mitra & Medova, 2010; Oliveira et al., 2017, 2018). Após esse direcionamento estratégico sobre alocação em diferentes tipos de ativos, é necessário explicitar quais os ativos específicos para alocar recursos dentre a infinidade de alternativas nos mercados de renda fixa e de ações disponíveis no mercado financeiro. O artigo contribui, nessa etapa da decisão de investimento dos fundos de pensão, ao comparar o desempenho de algumas técnicas de alocação propostas na literatura e avalia o desempenho dessas no contexto específico de fundos de pensão, considerando uma amostra de fundos de investimentos destinados a investidores qualificados e profissionais que seguem as diretrizes da Resolução CMN nº 4.661/2018, emitida pelo Banco Central do Brasil, específica para os fundos de pensão.

O estudo de técnicas de seleção de investimentos no âmbito dos fundos de pensão ainda é pouco explorado na literatura. A maioria dos estudos se concentra na análise do perfil dos investimentos dos planos de benefícios em função do tipo de gestão (pública ou privada), de características de sua massa de participantes e do seu nível de maturidade [Andonov et al. (2017), Blake et al. (2013, 2017), Bradley et al. (2016), Dujim e Steins Bisschop (2018), Edelen et al. (2016), Lakonishok et al. (1991), Novy-Marx e Rauh (2011), Rauh (2008), entre outros].

As estratégias de gerenciamento de ativos e passivos, como ALM, LDI ou *goal based investment* (GBI), que têm por objetivo aumentar a probabilidade de se alcançarem metas (Nevins, 2004), direcionam o gestor do fundo de pensão sobre as classes e características dos ativos que devem compor sua carteira e sobre a liquidez necessária em cada época, além da abordagem direcionada ao risco de não se atingir a meta definida, considerando, também, o perfil e as características dos clientes (Mitra & Medova, 2010; Oliveira et al., 2017, 2018). Contudo,

não especificam em quais ativos específicos alocar recursos dentre os disponíveis no mercado financeiro, resumindo em poucos ativos a infinidade de instrumentos financeiros, como os estudos de Correia et al. (2018), Saad e Ribeiro (2004) e Silva et al. (2015), que realizam a otimização de carteiras de fundos de pensão brasileiros por meio da aplicação de ALM, considerando classes de ativos, principalmente de renda fixa, nos dois primeiros, incluindo renda fixa e renda variável (Correia et al., 2018) e com adição de estruturados, exterior, imóveis e operações com participantes (Silva et al., 2015).

Portanto, o presente artigo se justifica por analisar técnicas de seleção de fundos de investimentos, etapa posterior aos estudos de ALM, LDI ou GBI, sob a ótica dos investimentos dos fundos de pensão. São considerados, portanto, apenas aqueles que seguem as regras especificadas na legislação dos fundos de pensão. Dessa maneira, a aplicação de recursos em tais fundos não resultará em desenquadramentos às normas vigentes e poderá proporcionar uma análise mais ampla das opções de investimento disponíveis no mercado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Técnicas de Seleção de Fundos de Investimentos

Diversos fatores podem ser observados na decisão de investimento, como o nível de retorno desejado, o apetite ao risco do investidor e a finalidade do investimento. Os fundos de pensão, que têm compromisso de longo prazo com seus participantes, devem compor sua carteira de investimentos, garantindo solvência e liquidez até a data esperada para pagamento de seu último benefício e, por esse motivo, acabam compondo suas carteiras de maneira conservadora, aplicando diretamente em títulos de dívida pública ou por meio de investimentos coletivos, como os fundos de investimentos (OECD, 2018).

As estratégias de investimentos dos fundos de pensão seguem políticas de alocação que devem ser aprovadas pelos respectivos conselhos deliberativos. Tal política de investimentos determina os ativos que podem ser investidos, observados as modalidades, os segmentos, os limites e demais critérios e requisitos estabelecidos em legislação (Gutierrez et al., 2019). Ibbotson e Kaplan (2000) verificaram que a política de alocação de ativos explica aproximadamente 90% da variabilidade de retornos de um fundo mútuo ou de pensão ao longo do tempo e 40% da variação dos retornos observada entre os fundos.

Porém, a política não é a única responsável pelo desempenho do fundo, mas também o conhecimento

Dessa maneira, o objetivo deste artigo é avaliar técnicas de seleção de fundos de investimentos sob a ótica dos fundos de pensão brasileiros. Os objetivos específicos compreendem: (i) analisar as propostas de seleção de fundos de investimentos nos segmentos de renda fixa e renda variável, com base em indicadores de desempenho (índice de Sharpe e alfa de um modelo fatorial) e eficiência [calculada pela análise envoltória de dados (DEA, *data envelopment analysis*)] e suas combinações, atribuindo escores aos fundos e comparando seus resultados; e (ii) analisar a eficácia das técnicas avaliadas mediante a comparação dos retornos dos fundos de investimentos selecionados com a meta atuarial média dos planos de benefícios por meio da divergência não planejada (DnP).

O artigo se estrutura em cinco seções. A primeira apresenta a contextualização e os objetivos da pesquisa. A segunda apresenta o referencial teórico do estudo. A terceira apresenta a metodologia de análise adotada. A quarta apresenta os resultados encontrados e a quinta apresenta as considerações finais.

e a experiência do gestor da carteira de ativos. Dado o extenso número de ativos financeiros disponíveis no mercado financeiro, a decisão pelo investimento pode ser influenciada tanto por fatores técnicos quanto políticos e, no primeiro, é importante adotar as ferramentas adequadas para esse propósito.

Existe na literatura uma ampla variedade de ferramentas que podem ser utilizadas para avaliação de desempenho de investimentos, garantindo certo embasamento na opção pela aplicação financeira. Técnicas simples, que permitem avaliar o retorno do investimento em função do nível de risco incorrido, são bastante utilizadas, como o índice de Sharpe e o alfa de Jensen. Em contrapartida, técnicas mais complexas permitem considerar uma infinidade de fatores na avaliação do investimento, como a DEA, que tem sido bastante difundida nas análises financeiras.

Varga (2001) avaliou a aplicação de diferentes indicadores de desempenho para escolha de fundos de ações brasileiros no período de 1997 a 1999. Sua conclusão foi de que o indicador apropriado depende da importância da carteira para o investidor: (i) quando não existem investimentos de risco e seu objetivo é construir uma carteira para ser seu único investimento com risco, o índice de Sharpe é o indicador mais apropriado; (ii) quando existe uma carteira de mercado e seu objetivo é adicionar investimento com risco, o índice de

valor agregado (IVA) é o indicador mais apropriado; e (iii) quando o objetivo é avaliar a performance da carteira existente para realocá-la e aumentar a sua, o indicador mais apropriado é o risco sistêmico. Contudo, ao comparar os fundos que se destacam nas diferentes medidas, os resultados praticamente não diferem.

Resultado semelhante foi observado por Eling (2008), analisando fundos de investimentos em sete classes de ativos no período de 1996 a 2005. Sua hipótese era de que o índice de Sharpe não seria um indicador de desempenho adequado quando a série de retornos não apresenta distribuição normal. Contudo, o autor verificou que a escolha da medida de desempenho não influencia significativamente a classificação dos fundos de investimentos e que o índice de Sharpe pode ser considerado uma medida superior às demais por ser mais conhecida e mais bem compreendida, além de ser consistente com a maximização esperada da utilidade.

Em contrapartida, Ornelas et al. (2012) verificaram que as medidas de desempenho aplicadas a fundos de investimentos têm classificações semelhantes apenas quando em sua fórmula o numerador é o mesmo, no caso, o excesso de retorno em relação à taxa livre de risco. Contudo, quando adotadas outras medidas de desempenho, os resultados podem ser significativamente diferentes. Ornelas et al. (2012) ressaltam, ainda, que a adoção de várias medidas de desempenho traria impacto positivo na escolha do investimento.

Zakamouline (2010) obteve resultados semelhantes avaliando fundos de *hedge*, verificando, ainda, que a alta correlação das classificações dos fundos obtidas com o índice de Sharpe e com outras medidas alternativas se justifica pelo período adotado para avaliar o desempenho da amostra de retornos utilizada. Dessa maneira, ao contrário do adotado por Eling (2008), quando avaliadas as séries em períodos diferentes do mensal e quando adotadas séries de retornos com distribuição mais distante da normal, é possível obter classificações significativamente diferentes.

Bragança e Pessoa (2017) analisaram o desempenho de fundos de investimento multimercado brasileiros a partir da aplicação de diferentes modelos de precificação de ativos, como o modelo de Fama e French (1993), o modelo de Carhart (1997) e modelos de múltiplos fatores que incorporam ora fatores relacionados ao segmento de renda variável, ora fatores relacionados ao segmento de renda fixa. Os autores verificaram resultados semelhantes para os modelos, exceto quando incorporados fatores de renda fixa, que aumentaram o poder explicativo dos modelos.

Sob outra perspectiva, Fonseca et al. (2018) compararam o desempenho de fundos de investimentos

adotando uma técnica paramétrica [alfa do modelo proposto por Carhart (1997)] e outra não paramétrica (DEA). Os autores verificaram que os alfas do modelo de Carhart têm alta correlação com os retornos dos fundos, o que não foi observado para os escores obtidos pela DEA, ressaltando que a escolha pelo método de avaliação de desempenho é uma importante etapa no processo de seleção de investimentos.

Rubio et al. (2018) incorporaram, no modelo de precificação de ativos proposto por Carhart (1997), os escores de eficiência medidos pela DEA para avaliar o desempenho de fundos de investimentos. Os autores verificaram que os escores de eficiência têm poder explicativo sobre os retornos dos fundos, reduzindo o erro de estimação do modelo.

Outros estudos foram desenvolvidos não especificamente para comparar os resultados de medidas diferentes de desempenho, mas para efetivamente avaliar o desempenho de fundos de investimentos: Fonseca et al. (2007), que avaliaram o desempenho de fundos de renda fixa e de renda variável, adotando o índice de Sharpe e o índice de Sortino, e Ayadi e Kryzanowsky (2011) e Ayadi et al. (2018), que avaliaram o desempenho de fundos de renda fixa canadenses a partir de um modelo de múltiplos fatores que incorpora indicadores do segmento de renda fixa e outros fatores.

Existem, também, estudos que avaliaram o desempenho de diferentes tipos de fundos adotando a DEA, como Macedo et al. (2010), que analisaram fundos de renda fixa, Bisso et al. (2016) e Ceretta e Costa (2001), que analisaram fundos de renda variável, e Melo e Macedo (2013), que analisaram fundos multimercado. Silva et al. (2020) avaliaram, ainda, o *turnover* da carteira e o desempenho de fundos de investimentos em ações no Brasil, identificando uma relação positiva entre eles.

No contexto dos fundos de pensão, Oliveira e Pinheiro (2012) analisaram o desempenho de ações do mercado brasileiro por meio do modelo CCR (abreviatura de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), sobrenomes de seus autores) da DEA. A partir da aplicação dessa técnica no período de 2001 a 2007, Oliveira e Pinheiro (2012) obtiveram um retorno três vezes superior ao que seria obtido caso fosse adotada a técnica de investimento passivo.

2.2 Indicadores de Desempenho de Investimentos

Os indicadores de desempenho de investimentos podem ser medidos de diferentes maneiras, indicando ao investidor o retorno do ativo para determinado nível de exposição ao risco. Esse, por sua vez, pode ser medido

em termos do mercado ou do próprio ativo, tornando-se, também, uma medida de desempenho, de maneira que quanto menor o risco, melhor, sob a ótica dos fundos de

pensão. Na Tabela 1 são apresentados alguns indicadores de desempenho adotados nesse estudo para avaliar as técnicas de seleção de fundos de investimentos propostas.

Tabela 1
Indicadores de desempenho

Indicador	Descrição	Fórmula
Índice de Sharpe (Sharpe, 1966)	Retorno esperado (\bar{R}_i) além do ativo livre de risco (\bar{R}_f) dividido pelo risco com que esse corre (σ_i).	$IS = \frac{\bar{R}_i - \bar{R}_f}{\sigma_i}$
Alfa de Jensen (Jensen, 1968)	Excesso de retorno em relação ao ativo livre de risco (\bar{R}_f) e ao ganho em função do risco incorrido (β_i) em relação à carteira de mercado (\bar{R}_m).	$\alpha_i = \bar{R}_i - \bar{R}_f - \beta_i(\bar{R}_m - \bar{R}_f)$
M ² (Modigliani & Modigliani, 1997)	Excesso de retorno do fundo quando comparado ao retorno da carteira de mercado (\bar{R}_m), após ajustar o retorno do fundo (\bar{R}_i) ao risco de mercado (σ_m), como se ambos tivessem a mesma volatilidade.	$M^2 = \bar{R}_c - \bar{R}_m, \text{ sendo}$ $\bar{R}_c = \frac{\sigma_m}{\sigma_i} \times \bar{R}_i + (1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_i}) \times \bar{R}_f$
Índice de Sortino (Sortino & Van Der Meer, 1991)	Semelhante ao índice de Sharpe, diferenciando-se apenas na medida de risco, já que utiliza a volatilidade ocorrida apenas nos retornos inferiores a determinado valor de referência.	$\theta = \frac{\bar{R}_i - \bar{R}_f}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [Min(0; R_i - \bar{R}_f)]^2}}$
IVA – Appraisal ratio (Treyner & Black, 1973)	Valor adicionado à carteira pelo fato de assumir um risco diferente do risco de mercado.	$IVA = \frac{\alpha_i}{\sigma_\varepsilon}$ sendo α_i o alfa de Jensen e σ_ε o risco não sistemático
Beta sistêmico	Medida de sensibilidade do retorno do fundo (R_i) em relação ao retorno de um índice de mercado (R_m).	$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)}$
VaR paramétrico	Medida de variação potencial máxima do valor de uma carteira com uma dada probabilidade em um horizonte predefinido.	$VaR = z_{(1-\alpha)} \cdot \sigma_i$ Sendo $z_{(1-\alpha)}$ quantil da distribuição normal padronizada ($N \sim (0,1)$), $0 < \alpha < 1$ e σ_i a volatilidade do fundo
VaR histórico	Semelhante ao VaR paramétrico, considerando o histograma dos retornos esperados.	$VaR_\alpha(X) = \min \{z F_X(z) \geq 1 - \alpha\}$ $1 - \alpha$ é o nível de confiança, e $VaR_\alpha(X)$ é o percentil que resulta na maior perda esperada
VaR condicional	Perda esperada de um investimento, dado que essa exceda o VaR.	$CVaR = E(X X > VaR)$ sendo X a perda média esperada, ou seja, a média dos retornos esperados do fundo acima do VaR
DnP	Desvio do retorno dos investimentos (r_t) em relação a uma meta de rentabilidade (l_t).	$DnP = r_t - l_t = r_t - \{[(1+i)(1+\pi_t)] - 1\}$ sendo i a taxa de desconto financeiro da meta atuarial e π_t a taxa de inflação indexada à meta atuarial

DnP = divergência não planejada; IVA = índice de valor agregado; M² = índice de Modigliani e Modigliani; VaR = value-at-risk.
Fonte: Elaborada pelos autores.

3. METODOLOGIA

3.1 Delimitação da Amostra e Coleta de Dados

Para cumprir o objetivo proposto, foram selecionados os fundos de investimentos, até mesmo aqueles que investem em cotas de fundos de investimento, nos quais os fundos de pensão possam alocar seus recursos, ou seja, fundos brasileiros, abertos, destinados a investidores qualificados e profissionais, listados na plataforma Economática. Desses, foram selecionados aqueles que seguem as diretrizes da Resolução CMN nº 4.661/2018

e excluídos os fundos de investimentos exclusivos e os destinados a investidores exclusivos.

Os fundos de investimentos identificados foram segregados por segmento de aplicação, conforme classificação da ANBIMA. Os fundos classificados nos segmentos de estruturados e exterior não compõem a amostra deste estudo por terem baixa representatividade na carteira consolidada dos fundos de pensão (Abrapp, 2019). Logo, foram avaliados os fundos de renda fixa e renda variável, conforme a Tabela 2.

Tabela 2

Classificação da Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (ANBIMA) dos fundos analisados nessa pesquisa

Classificação ANBIMA	
Segmento renda fixa	Segmento renda variável
Previdência renda fixa	Ações dividendos
Renda fixa duração alta*	Ações indexados
Renda fixa duração baixa*	Ações índice ativo
Renda fixa duração livre*	Ações livre
Renda fixa duração média*	Ações setoriais
Renda fixa indexados	Ações <i>small caps</i>
Renda fixa simples	Ações sustentabilidade/governança
	Ações valor/crescimento
	Fechados de ações
	Previdência ações

* Incluídos fundos classificados como de crédito livre, grau de investimento e soberano.

Fonte: Elaborada pelos autores conforme dados disponíveis na plataforma Economatica.

Para identificação de *outliers* e dados inconsistentes presentes nas amostras de fundos de investimentos, foram realizadas estatísticas descritivas e analisadas separadamente, caso a caso, ante a necessidade de exclusão da informação da base de dados. A validação dos dados foi realizada por meio de consulta ao *website* da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e corrigidos, quando necessário.

Dessa maneira, a amostra de fundos de investimentos utilizada neste estudo é de 369, sendo 237 ativos e 132 cancelados na data de coleta dos dados (14/10/2019).

Os dados foram coletados em frequência mensal e compreendem o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2018. Não foram considerados dados de 2019 devido à falta de informações relativas aos fundos de pensão para esse exercício, impossibilitando a avaliação da efetividade da adoção das técnicas propostas.

3.2 Análise dos Dados

Os fundos de investimentos foram analisados em 12 janelas temporais de 42 meses cada, sendo os 36 primeiros utilizados para estimativa de seus desempenhos e seleção dos cinco melhores, e os seis meses seguintes para verificação da efetividade das técnicas adotadas. Para isso, são considerados apenas os fundos com informações completas em cada janela temporal e o rebalanceamento da carteira a cada seis meses.

No contexto dos fundos de pensão, o conselho fiscal deve emitir, pelo menos semestralmente, relatórios de controles internos que contemplem conclusões sobre a aderência da gestão de seus recursos garantidores às normas vigentes. Por esse motivo, as carteiras construídas

por meio das técnicas propostas são rebalanceadas semestralmente.

Devido às especificidades de cada tipo de fundo, as técnicas de avaliação de desempenho foram adotadas conforme seu segmento: (i) para fundos classificados no segmento de renda fixa, foram adotados o índice de Sharpe, o alfa medido por um modelo de múltiplos fatores, a eficiência da DEA e as combinações dessas técnicas; (ii) para fundos classificados no segmento de renda variável, foram adotados o índice de Sharpe, o alfa do modelo de precificação de ativos proposto por Carhart, a eficiência da DEA e as combinações dessas técnicas.

Para os fundos de renda fixa, o modelo de regressão equivale a um modelo de múltiplos fatores que considera indicadores de referência do mercado de renda fixa. Para os fundos de renda variável, o modelo equivale ao proposto por Carhart (1997), considerando os fatores brasileiros disponibilizados pelo Núcleo de Pesquisa em Economia Financeira da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (NEFIN FEA-USP).

Com relação ao ativo livre de risco adotado, conforme Copeland et al. (1995), esse deve ter correlação aproximadamente nula com o mercado. Portanto, para os fundos de renda fixa, foi adotado o Certificado de Depósito Interbancário (CDI), que apresenta correlação insignificante com o mercado e que apresenta desvios-padrão desprezíveis (Piccoli et al., 2014), além de ser o índice mais adotado na literatura brasileira como *proxy* para o ativo livre de risco. Para os de renda variável, em contrapartida, foi adotado o *DI-swap*, assim como o NEFIN FEA-USP, apurado a partir de contratos de 30 dias.

Em todas as análises, os indicadores estão ajustados pela taxa máxima de administração dos fundos de investimentos. Para os fundos nos quais a base de dados não apresentava valores de taxa de administração, foi adotada a taxa média dos demais fundos, assim como realizado por Oreng et al. (2017).

Os resultados obtidos pelas diferentes técnicas foram comparados entre si e a efetividade de cada uma foi avaliada por meio da comparação dos retornos obtidos no período seguinte da análise, com a meta atuarial média dos planos de benefícios no respectivo período, via DnP. Com isso, é possível identificar as técnicas que melhor reflitam o desempenho dos fundos de investimentos aos quais os fundos de pensão podem alocar seus recursos, em termos de riscos, retornos e custos.

Portanto, esta pesquisa tem caráter quantitativo descritivo e sugere o uso do método estatístico a partir de dados secundários. A análise dos dados foi realizada no *software* R, com o auxílio do Excel.

3.2.1 Índice de Sharpe

O índice de Sharpe foi apurado no período de avaliação de desempenho pela equação a seguir, tanto para fundos de renda fixa quanto para os de renda variável:

$$IS = \frac{\bar{R}_i - (\bar{R}_f - Adm_i)}{\sigma_i} \quad \boxed{1}$$

sendo \bar{R}_i o retorno médio do fundo, \bar{R}_f o retorno médio do ativo livre de risco, Adm_i a taxa máxima de administração do fundo ou a taxa média e σ_i a volatilidade dos retornos do fundo.

$$\begin{aligned} R_{it} - (CDI_t - Adm_i) = & \alpha_i + \beta_1(IMAB_t - CDI_t - Adm_i) + \beta_2(IMAC_t - CDI_t - Adm_i) + \\ & \beta_3(IRFM_t - CDI_t - Adm_i) + \beta_4(IDA_t - CDI_t - Adm_i) + \beta_5(IBOV_t - CDI_t - Adm_i) + \\ & \beta_6((IMAB_t - CDI_t - Adm_i)^2) + \beta_7((IMAC_t - CDI_t - Adm_i)^2) + \beta_8((IRFM_t - CDI_t - \\ & Adm_i)^2) + \beta_9((IDA_t - CDI_t - Adm_i)^2) + \beta_{10}((IBOV_t - CDI_t - Adm_i)^2) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad \boxed{2}$$

sendo R_{it} o retorno do fundo de investimento, Adm_i a taxa máxima de administração cobrada pelo fundo de investimento ou a taxa média, CDI_t o Certificado de Depósito Interbancário, $IMAB_t$ o IMA para títulos indexados pelo índice nacional de preços ao consumidor amplo (*IPCA*), $IMAC_t$ o IMA para títulos indexados pelo índice geral de preços do mercado (*IGP-M*), $IRFM_t$ o IMA para títulos prefixados, IDA_t o IDA e $IBOV_t$ o Ibovespa, todos no mês t .

$$R_{it} - (R_{ft} - Adm_i) = \alpha_i + \beta_i(R_{Mt} - (R_{ft} - Adm_i)) + s_iSMB_t + h_iHML_t + m_iMIM_t + \varepsilon_{it} \quad \boxed{3}$$

3.2.2 Alfa de modelos de regressão

Foram estimados modelos de efeitos fixos com intuito de obter um alfa de Jensen para cada fundo e poder classificá-los conforme sua capacidade de gerar retorno aos investidores. Para isso, foram considerados painéis balanceados e, portanto, fundos que não apresentaram informações completas em cada período de análise foram excluídos do cálculo.

Para os fundos de renda fixa, foram adotados como fatores os índices de referência do segmento, conforme Oreng et al. (2017). Dessa maneira, são considerados os índices de mercado ANBIMA (IMA) (IMA-B, IMA-C e IRF-M, exceto o IMA-S, que tem alta correlação com o CDI) para explicar os retornos dos fundos de renda fixa. Adicionalmente, são considerados, ainda, o índice de debêntures da ANBIMA (IDA), adotado como referência para títulos privados, e o índice Bovespa (Ibovespa), com objetivo de tentar identificar alguma relação entre o desempenho dos fundos de renda fixa, conforme variações do Ibovespa.

Foram introduzidos no modelo, ainda, termos não lineares dos índices de referência adotados, assim como realizado por Treynor e Mazuy (1966) e reproduzido por Ayadi et al. (2018) e Oreng et al. (2017) na análise de fundos de renda fixa. Com isso, é possível verificar se os gestores dos fundos de renda fixa têm habilidade de *market timing*: caso os coeficientes estimados para essas variáveis não lineares sejam diferentes de 0, haverá indícios de que o gestor apresente essa habilidade.

O modelo irrestrito estimado para cada período de análise é demonstrado na equação 2:

Contudo, em cada modelo foram mantidas apenas as variáveis que se mostraram significativas para explicar os retornos dos fundos de investimento ao nível de 5% de significância. Logo, existem modelos restritos diferentes para cada janela temporal de 36 meses.

Para os fundos de renda variável, por sua vez, o modelo adotado foi o proposto por Carhart (1997), portanto, conforme a equação 3.

sendo R_{it} o retorno do fundo de investimento, R_{ft} o retorno do ativo livre de risco, nesse caso o *DI-swap*, Adm_t a taxa máxima de administração cobrada pelo fundo de investimento ou a taxa média, R_{Mt} o retorno da carteira de mercado, nesse caso, o Ibovespa, SMB_t o fator de tamanho medido pelo retorno de um portfólio com ações compradas com baixa capitalização de mercado (pequena) e ações vendidas com baixa capitalização de mercado (grande), HML_t o fator de *book-to-market* medido pelo retorno de um portfólio comprado em ações com alta taxa de *book-to-market* e em ações com baixa taxa de *book-to-market* e MIM_t o fator *momentum* medido pelo retorno de um portfólio com ações compradas com retornos passados altos e ações vendidas com retornos passados baixos, todos no mês t .

Foram considerados os fatores apurados pelo NEFIN FEA-USP. Os critérios de cálculo são apresentados na documentação disponível (NEFIN, 2020).

Para validação dos modelos de regressão, foram realizados os testes estatísticos pertinentes: (i) teste F, para escolha entre os modelos irrestritos (com todas as variáveis sugeridas) e os modelos restritos (compostos apenas por aquelas significativas ao nível de 5%) no caso dos fundos de renda fixa; (ii) teste de Breush-Pagan, para verificar a homocedasticidade dos resíduos, ou seja, a hipótese de que as variâncias dos resíduos do modelo são iguais ($E(e_i^2) = 0$); (iii) teste de Wooldridge, para verificar a independência serial dos resíduos, ou seja, a hipótese de que não há correlação serial nos resíduos. Para tratamentos dos problemas de correlação serial e heterocedasticidade, os testes de significância dos coeficientes dos modelos foram realizados considerando erros-padrão robustos.

Ressalta-se que foram realizados testes considerando modelos individuais para estimar os alfas de cada fundo de investimento analisado e as seleções obtidas não demonstraram muitas divergências em relação aos resultados, considerando os dados em painel.

3.2.3 Eficiência da DEA

Os modelos de DEA estimados tomaram por base os insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*) adotados em estudos semelhantes que avaliam o desempenho de fundos de investimentos (Bisso et al., 2016; Fonseca et al., 2018; Macedo et al., 2010; Melo & Macedo, 2013; Rubio et al., 2018).

Dessa maneira, foram adotados como *inputs* as variáveis: (i) desvio-padrão dos retornos mensais; (ii) logaritmo do patrimônio médio; (iii) número de cotistas médio; (iv) tempo de funcionamento; e (v) taxa máxima

de administração. O patrimônio do fundo foi adotado como estimador do tamanho do fundo e, devido à sua grandeza, foi adotado seu logaritmo nos cálculos. Como *output*, foram adotados os retornos mensais dos fundos.

Foram estimados modelos de supereficiência com retornos variáveis de escala e orientados ao produto. Para isso, foi utilizado o pacote TFDEA (Technology Forecasting using Data Envelopment Analysis) proposto por Shott e Lim (2015) no *software* R. Esse pacote não está mais ativo na rede de distribuição do R e suas funções foram consultadas nos arquivos do R (<https://cran.r-project.org/src/contrib/Archive/TFDEA/>). Optou-se pela adoção desse pacote devido a ser possível realizar a correção proposta por Cook et al. (2009) para *decision making unit* (DMU) que apresentaram solução inviável. Dessa maneira, foi possível obter escores de eficiência para todos os fundos analisados.

3.3 Avaliação da Efetividade das Técnicas de Seleção de Fundos de Investimentos

Por meio das técnicas de avaliação de desempenho apresentadas para cada segmento específico de aplicação, foram atribuídos escores aos fundos de investimentos classificando-os do melhor ao pior desempenho (fundos com melhor desempenho receberam escore 1). Nas combinações das técnicas, seus escores foram somados de maneira que o menor resultado indica o melhor desempenho. Em cada análise, foram selecionados cinco fundos de investimentos que se destacaram.

A avaliação da efetividade das técnicas foi realizada por meio da DnP, adotando como índice de referência a meta atuarial média de planos de benefícios. A meta é definida pela composição entre a taxa de juros atuarial média adotada pelos planos de benefícios e um indexador, nesse caso, o índice nacional de preços ao consumidor (INPC), adotado por mais de 50% dos planos de benefícios (Ministério da Economia, 2021).

Dessa maneira, rentabilidades superiores à meta atuarial do mesmo período indicam que a técnica adotada foi efetiva para atingir ou superar a meta atuarial dos planos de benefícios previdenciários e, portanto, adequada para utilização dos fundos de pensão na escolha pelos fundos de investimentos.

As análises foram realizadas considerando as metas atuariais médias por modalidade de plano: benefício definido, contribuição variável e contribuição definida. Contudo, não foram observadas variações relevantes nos resultados e, por esse motivo, são apresentados apenas os resultados sem segregação por modalidade.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Resultados das Técnicas de Seleção de Fundos de Investimentos

4.1.1 Renda Fixa

Verificou-se que, ao longo do tempo, os retornos obtidos pelos fundos de investimentos de renda fixa nas diversas técnicas analisadas foram mais voláteis em 2013 e a partir de 2017, aproximadamente, coincidindo com o período no qual as taxas básicas de juros da economia foram mais baixas, conforme demonstrado pela ANBIMA (2018). No período de 2014 a 2016, quando a Selic passou de 11 a.a. para 14,25%, o maior valor registrado nos últimos 15 anos, os retornos mensais dos fundos de renda fixa foram menos voláteis, registrando valores entre 0 e 2% ao mês.

Uma hipótese para a alta volatilidade dos retornos nos períodos nos quais a taxa básica de juros da economia estava mais baixa poderia ser a realocação da carteira dos fundos de investimentos para ativos alternativos, para tentar obter rentabilidades que supram seus índices

de referência; e nos momentos de alta da taxa básica de juros da economia, a migração para ativos vinculados ao governo, que proporcionariam altas rentabilidades com risco aproximadamente nulo. Contudo, cabe uma análise específica sobre a veracidade dessa hipótese.

Verifica-se, na Tabela 3, que adotar o índice de Sharpe para seleção dos fundos de renda fixa é a técnica que apresenta as melhores medidas de desempenho, a maior média de retornos e o menor risco medido pelo desvio-padrão. Essa técnica resultou nas maiores medidas de índice de Sharpe, alfa de Jensen, índice de Modigliani e Modigliani (M^2), índice de Sortino e IVA, além de apresentar o menor beta sistêmico e, portanto, menor risco em relação às variações do mercado. O *value-at-risk* (VaR) tanto histórico quanto paramétrico foram positivos, indicando que a perda potencial do investimento na verdade não seria uma perda, mas uma rentabilidade inferior. O VaR condicional, por sua vez, foi negativo, porém indica perda potencial de apenas 0,56% a.m.

Tabela 3

Análise de desempenho das técnicas de seleção de fundos de renda fixa para os retornos mensais obtidos no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2018

Indicadores de desempenho	Técnicas de seleção dos fundos de renda fixa						
	IS	ALFA	DEA	IS_ALFA	IS_DEA	ALFA_DEA	IS_ALFA_DEA
Retorno médio (%)	0,95	0,68	0,81	0,83	0,86	0,71	0,75
Desvio-padrão dos retornos (%)	0,46	1,26	0,61	0,91	0,51	1,00	0,81
Índice de Sharpe	0,2659	-0,1163	-0,0300	0,0052	0,0715	-0,1125	-0,0705
Alfa de Jensen	0,0012	-0,0014	-0,0001	0,0001	0,0004	-0,0010	-0,0006
M^2	0,0243	0,0012	0,0064	0,0086	0,0126	0,0015	0,0040
Índice de Sortino	0,3692	-0,1360	-0,0402	0,0066	0,1063	-0,1321	-0,0840
IVA	65,0281	-10,1152	-4,1281	2,0304	18,4684	-13,0827	-17,9058
Beta sistêmico	0,0219	0,0842	0,0370	0,0651	0,0324	0,0771	0,0606
VaR histórico 95%	0,0054	-0,0297	-0,0057	-0,0114	-0,0032	-0,0169	-0,0163
VaR paramétrico 95%	0,0020	-0,0140	-0,0020	-0,0066	0,0002	-0,0093	-0,0078
VaR condicional 95%	-0,0056	-0,0299	-0,0123	-0,0234	-0,0055	-0,0215	-0,0123

ALFA = alfa do modelo de múltiplos fatores; ALFA_DEA = combinação do alfa do modelo de múltiplos fatores com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores com a DEA; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA; IVA = índice de valor agregado; M^2 = índice de Modigliani e Modigliani; VaR = value-at-risk.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Assim como a adoção do índice de Sharpe para seleção de fundos, a combinação desse com a DEA resultou em boas medidas de desempenho.

Em contrapartida, adotar o alfa do modelo de múltiplos fatores resultou nas piores medidas de desempenho em

quase todos os indicadores, exceto no IVA, no qual adotar a combinação entre as três técnicas resultaria na pior medida.

Na Figura 1 são apresentadas as estatísticas descritivas de média e desvio-padrão das séries de retornos. Verifica-

se que, assim como relatado anteriormente, a adoção do índice de Sharpe resulta no maior retorno médio e no menor risco. A pior técnica é o alfa do modelo de múltiplos fatores, apresentando o maior risco e o menor

retorno. Para os fundos de renda fixa, observa-se que, quanto maior o risco observado entre os retornos obtidos em cada uma das técnicas propostas, menor o retorno médio do portfólio.

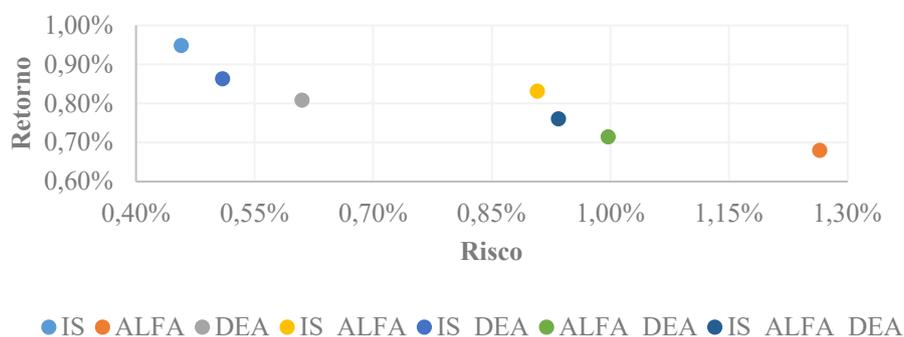


Figura 1 Relação de risco e retorno dos fundos de renda fixa para cada técnica

ALFA = alfa do modelo de múltiplos fatores; ALFA_DEA = combinação do alfa do modelo de múltiplos fatores com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores com a DEA; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA.

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.1.2 Renda variável

Para os fundos de renda variável, verificou-se que, ao longo do tempo, os retornos obtidos pelas diversas técnicas apresentaram valores variando entre -10 e 5% ao mês em 2013, de -10 a 10% no período de 2014 a 2018 e de -15 a 15% ao mês em 2018, ou seja, observa-se pequeno aumento dos valores máximos e mínimos dos retornos dos fundos de renda variável com o passar dos anos.

A Tabela 4 apresenta as medidas de desempenho apuradas para as técnicas adotadas. Verifica-se que adotar o índice de Sharpe para seleção dos fundos de renda variável é a técnica que resulta no maior retorno médio mensal (0,94%) e, apesar de não apresentar a menor volatilidade (4,60%), apresenta o maior número de medidas de desempenho com a melhor avaliação. A técnica não se destacou apenas quando avaliados o alfa de Jensen e os VaR paramétrico e condicional.

Tabela 4

Análise de desempenho das técnicas de seleção de fundos de renda variável para os retornos mensais obtidos no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2018

Indicadores de desempenho	Técnicas de seleção dos fundos de renda variável						
	IS	ALFA	DEA	IS_ALFA	IS_DEA	ALFA_DEA	IS_ALFA_DEA
Retorno médio (%)	0,94	0,81	0,69	0,82	0,69	0,73	0,80
Desvio-padrão dos retornos (%)	4,60	4,85	4,38	4,76	4,15	4,25	4,28
Índice de Sharpe	0,0252	-0,0035	-0,0316	-0,0006	-0,0318	-0,0219	-0,0063
Alfa de Jensen	0,0021	0,0007	-0,0005	0,0009	-0,0005	-0,0001	0,0006
M ²	0,0098	0,0081	0,0064	0,0082	0,0063	0,0069	0,0079
Índice de Sortino	0,0358	-0,0049	-0,0419	-0,0008	-0,0430	-0,0299	-0,0087
IVA	3,8161	1,0963	-2,2490	1,4169	-1,6095	-0,2039	1,5186
Beta sistêmico	0,6555	0,6752	0,6843	0,6683	0,6264	0,6325	0,6279
VaR histórico 95%	-0,0674	-0,0697	-0,0737	-0,0697	-0,0702	-0,0755	-0,0736
VaR paramétrico 95%	-0,0663	-0,0717	-0,0651	-0,0700	-0,0614	-0,0626	-0,0624
VaR condicional 95%	-0,0965	-0,1103	-0,0914	-0,1111	-0,0818	-0,0839	-0,0880

ALFA = alfa do modelo de múltiplos fatores; ALFA_DEA = combinação do alfa do modelo de múltiplos fatores com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores com a DEA; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA; IVA = índice de valor agregado; M² = índice de Modigliani e Modigliani; VaR = value-at-risk.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O maior alfa de Jensen foi observado quando adotada a DEA para seleção dos portfólios, e os VaR paramétrico e condicional se destacaram quando adotada a combinação do índice de Sharpe e da DEA para seleção dos portfólios.

A adoção do alfa estimado pelo modelo de Carhart (1997) ou a combinação entre o índice de Sharpe e o alfa também resultariam em boas medidas de desempenho, exceto nos VaR paramétrico e condicional, que apresentaram as piores medidas comparativamente às demais técnicas.

Na Figura 2 são apresentadas estatísticas de média e desvio-padrão (risco) de cada uma das séries de retornos mensais. Verifica-se que, assim como relatado anteriormente, a adoção do índice de Sharpe resultou em

maior retorno do investimento, apesar de não apresentar o menor risco. A técnica que resultou em menor risco foi a combinação do índice de Sharpe com a DEA. Contudo, essa técnica apresentou o segundo menor retorno, sendo o primeiro observado com a adoção da DEA. Dessa maneira, ao contrário do observado por Oliveira e Pinheiro (2012), adotar somente a DEA para seleção de fundos de investimentos não traria resultados extraordinários.

Os resultados apresentados também vão ao encontro do observado por Fonseca et al. (2018) que, para fundos de investimentos em ações, constataram que adotar o modelo de Carhart (1997) gera melhor avaliação do desempenho do fundo do que quando adotados os escores da DEA.

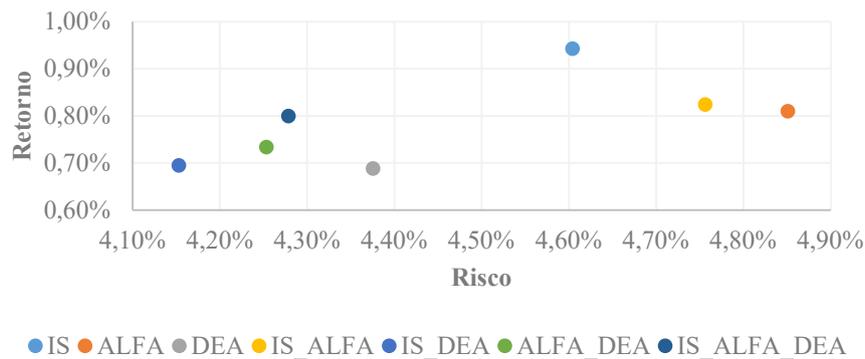


Figura 2 Relação de risco e retorno dos fundos de renda variável para cada técnica

ALFA = alfa do modelo de Carhart; ALFA_DEA = combinação do alfa do modelo de Carhart com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de Carhart com a DEA; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de Carhart; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao contrário do observado para os fundos de renda fixa, para os fundos de renda variável observa-se aumento do retorno quanto maior o risco da carteira.

4.2 Avaliação da Efetividade das Técnicas

4.2.1 Renda fixa

Na Tabela 5 são apresentadas algumas estatísticas descritivas das DnPs mensais dos fundos de renda fixa. Observa-se que adotar o índice de Sharpe para escolha

do portfólio de fundos resultou em maior número de DnPs positivas (46), seguido pela combinação do índice de Sharpe com DEA (43). Adotar a DEA e a combinação das três técnicas resultaria no menor número de DnPs positivas (aproximadamente metade).

Tabela 5

Estatísticas descritivas das divergências não planejada (DnPs) mensais dos fundos de renda fixa por técnica

Estatísticas	IS	ALFA	DEA	IS_ALFA	IS_DEA	ALFA_DEA	IS_ALFA_DEA
DnPs positivas	46	40	37	43	41	38	37
DnPs negativas	26	32	35	29	31	34	35
Média (%)	0,06	-0,21	-0,08	-0,06	-0,02	-0,17	-0,08
Desvio-padrão (%)	0,51	1,27	0,65	0,92	0,55	1,01	0,65

ALFA = alfa do modelo de múltiplos fatores; ALFA_DEA = combinação do alfa do modelo de múltiplos fatores com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores com a DEA; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Considerando a adoção de cada uma das técnicas por todo período de análise com rebalanceamentos da carteira semestralmente, os retornos acumulados e as respectivas DnPs são apresentadas na Tabela 6.

Verifica-se que, no longo prazo, a única técnica que resultou em DnP positiva foi o índice de Sharpe, com retorno 8,38% acima da meta atuarial média dos planos de benefícios.

Tabela 6

Divergências não planejada (DnPs) apuradas considerando todo o período de análise por técnica

Ano	IS	ALFA	DEA	IS_ALFA	IS_DEA	ALFA_DEA	IS_ALFA_DEA
Retorno (%)	97,15	62,08	78,63	81,12	85,75	66,56	78,63
DnP (%)	8,38	-26,69	-10,13	-7,65	-3,02	-22,21	-10,13

ALFA = alfa do modelo de múltiplos fatores; ALFA_DEA = combinação do alfa do modelo de múltiplos fatores com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores com a DEA; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O segundo maior retorno foi registrado adotando a combinação entre o índice de Sharpe e a DEA com DnP de -3,02%. Em contrapartida, a técnica que resultou em pior desempenho foi a adoção do alfa do modelo de múltiplos fatores, acumulando rentabilidade de apenas 62,08% e DnP de -26,69%.

4.2.2 Renda variável

Na Tabela 7 são apresentadas algumas estatísticas descritivas das DnPs mensais dos fundos de renda variável. Observa-se que adotar o índice de Sharpe ou o alfa do modelo de Carhart ou a combinação entre essas duas técnicas resultaria no maior número de DnPs positivas no

período analisado. Contudo, isso significa apenas a metade dos retornos mensais. As demais técnicas resultaram em DnPs negativas com maior frequência que DnPs positivas. Não obstante, a primeira técnica (índice de Sharpe) apresentou DnP média de 0,06%, a única média positiva entre todas as técnicas analisadas.

Tabela 7

Estatísticas descritivas das divergências não planejada (DnPs) mensais dos fundos de renda variável por técnica

Estatísticas	IS	ALFA	DEA	IS_ALFA	IS_DEA	ALFA_DEA	IS_ALFA_DEA
DnPs positivas	36	36	34	36	33	35	34
DnPs negativas	36	36	38	36	39	37	38
Média (%)	0,06	-0,08	-0,20	-0,06	-0,19	-0,15	-0,09
Desvio-padrão (%)	4,71	4,95	4,48	4,86	4,25	4,35	4,38%

ALFA = alfa do modelo de múltiplos fatores; APT_DEA = combinação do alfa do modelo de 9 múltiplos fatores com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores com a DEA; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se, ainda, que adotar a DEA resultaria em DnP média de -0,20%, indicando o pior desempenho comparativamente à meta atuarial média dos planos de benefícios.

Considerando a adoção de cada uma das técnicas por todo o período de análise com rebalanceamentos da carteira semestralmente, os retornos acumulados e as respectivas DnPs são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8

Divergências não planejada (DnPs) apuradas considerando todo o período de análise por técnica

Ano	IS	ALFA	DEA	IS_ALFA	IS_DEA	ALFA_DEA	IS_ALFA_DEA
Retorno (%)	82,56	67,79	53,40	69,49	55,08	58,94	66,79
DnP (%)	-6,21	-20,98	-35,37	-19,28	-33,68	-29,83	-21,98

ALFA = alfa do modelo de múltiplos fatores; ALFA_DEA = combinação do alfa do modelo de 9 múltiplos fatores com a análise envoltória de dados (DEA, data envelopment analysis); IS = índice de Sharpe; IS_ALFA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores; IS_ALFA_DEA = combinação do índice de Sharpe com o alfa do modelo de múltiplos fatores com a DEA; IS_DEA = combinação do índice de Sharpe com a DEA.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Verifica-se que, no longo prazo, todas as técnicas resultaram em DnP negativa. Contudo, a adoção do índice de Sharpe foi a técnica que apresentou o maior retorno (82,56%) e, portanto, a DnP menos negativa (-6,21%). O pior desempenho seria obtido adotando a DEA para selecionar os fundos, com retorno acumulado de 53,40%

e DnP de -35,37%.

Portanto, no longo prazo, apesar de o retorno obtido não ser suficiente para atingir ou superar a meta atuarial média dos planos de benefícios, a adoção do índice de Sharpe resultaria em melhor resultado entre as demais técnicas analisadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundos de pensão podem realizar a alocação estratégica de seus investimentos utilizando técnicas como ALM e LDI, definindo a parcela a ser aplicada em diferentes classes, usualmente agrupadas, de ativos. A alocação específica corresponde a uma decisão posterior. Assim, essa pesquisa objetivou avaliar técnicas de seleção de fundos de investimentos sob a ótica dos fundos de pensão. Portanto, todas as análises foram desenvolvidas considerando fundos de investimentos nos quais os fundos de pensão podem alocar seus recursos, com enfoque nos de renda fixa e renda variável que, juntos, representam 66,1% da carteira de investimentos consolidada dos fundos de pensão (Abrapp, 2019).

Considerando (i) o montante de recursos significativos movimentado pelos fundos de pensão, (ii) o arcabouço regulatório que determina as diretrizes de aplicação de seus recursos, (iii) o cenário econômico atual de baixas taxas de juros e (iv) a predominância dos investimentos vinculados a títulos do governo nas carteiras dos fundos de pensão, a utilização de ferramentas que permitam avaliar o desempenho de fundos de investimentos é necessária para proporcionar uma alocação estratégica, aproveitando melhor as oportunidades do mercado.

Dessa maneira, o presente estudo avalia a efetividade de algumas técnicas usualmente adotadas na literatura com esse objetivo, a partir do cálculo da DnP apurada, considerando, como índice de referência, a meta atuarial média dos planos de benefícios previdenciários. Logo, técnicas efetivas de seleção de fundos de investimentos são aquelas que resultam em rentabilidades superiores às metas atuariais médias.

Para selecionar os fundos de investimentos, foram utilizadas três técnicas e suas combinações: índice de Sharpe, alfa de modelos fatoriais e eficiência da DEA. Para isso, foram simuladas carteiras ingênuas compostas pelos cinco fundos que se destacaram em cada técnica e analisada a série de retornos gerada no período de 2013 a 2018 com cada uma dessas, considerando janelas temporais de 36 meses.

Verificou-se que, sob a ótica dos fundos de pensão, técnicas mais robustas, que permitem considerar uma infinidade de variáveis, além daquelas relacionadas aos riscos e retornos dos fundos, não necessariamente podem gerar bons resultados na escolha pelo investimento. Nos casos analisados, tanto para fundos de renda fixa quanto para fundos de renda variável, a técnica mais simples entre as analisadas (índice de Sharpe) foi a que resultou nos melhores retornos.

Para os fundos de renda fixa, com essa técnica, seria possível obter rentabilidades superiores às metas atuariais médias dos planos de benefícios e, portanto, atenderia ao objetivo do investimento. Em contrapartida, para os fundos de renda variável que apresentam maior volatilidade que os de renda fixa, mesmo que nenhuma carteira tenha superado a meta atuarial média dos planos previdenciários no longo prazo, a adoção do índice de Sharpe resultou em menor perda. Cada fundo específico pode ponderar esses dois resultados de acordo com sua política de investimentos, tendo alta probabilidade de superação da meta. Por exemplo, considerando todo o período analisado e as carteiras de renda fixa e renda

variável selecionadas por meio do índice de Sharpe, o gestor poderia alocar até 70% dos recursos nos fundos de renda variável que a meta atuarial do período seria suprida. No entanto, nesse contexto, quanto maior a representatividade da renda fixa, melhores os resultados.

Com relação à DEA, que tem sido bastante difundida em análises de desempenho financeiras, é uma técnica na qual a carteira composta pelos fundos indicados como mais eficientes não resultou em bom desempenho, comparativamente às demais carteiras elaboradas pelas outras técnicas. Ao contrário do observado por Oliveira e Pinheiro (2012) para carteiras de ações, a DEA não resulta em bom desempenho quando avaliados os fundos de renda fixa e renda variável no âmbito dos fundos de pensão. Da mesma maneira que Fonseca et al. (2018), adotar o modelo de Carhart pode gerar melhor avaliação de desempenho do fundo do que a DEA. Contudo, assim como observado por Zakamouline (2010), o índice de Sharpe demonstrou ser apropriado para escolha de fundos de investimentos e, para o caso específico dos fundos de pensão, é o indicador que apresentou a melhor efetividade do investimento.

De maneira geral, os resultados encontrados vão ao encontro dos resultados obtidos por Ornelas et al. (2012), obtendo diferentes estimativas para as diferentes técnicas utilizadas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa podem ser utilizados pelos fundos de pensão no momento de escolha pelo fundo de investimento ao qual investir, após a realização dos estudos de ALM e LDI. Como essas estratégias não dão orientações sobre qual ativo investir, dentre a infinidade disponível no mercado, adotar o índice de Sharpe para selecioná-los poderia proporcionar maior probabilidade de suprir a meta atuarial dos planos de benefícios.

Contudo, outros estudos podem ser desenvolvidos, considerando, por exemplo, em vez de carteiras ingênuas, a otimização da carteira composta pelos fundos que se

destacam em cada técnica. Além disso, outros segmentos podem ser avaliados, como o de estruturados e exterior, apesar de terem baixa representatividade na carteira dos fundos de pensão, que são segmentos alternativos que podem proporcionar expectativas de retorno mais altas, melhor diversificação da carteira e, em alguns casos, melhor adequação às obrigações dos fundos de pensão (Broeders et al., 2016).

Outros tipos de ativos que fazem parte das possibilidades, como investimento em derivativos, fundos de participação como *private equity* e *venture capital*, formalmente Fundos de Investimento em Participação (FIPs) e Fundos de Investimento em Empresas Emergentes (FIEEs), (Lopes & Furtado, 2006), também podem ser avaliados em estudos futuros. Ainda, pode ser analisado o período da crise sanitária decorrente do coronavírus, que ocorreu em época posterior à analisada nesse estudo e que ocasionou impacto significativo no mercado financeiro. Existem diversas ferramentas que permitem avaliar o desempenho de investimentos, e, da mesma maneira, estudos que as adotem podem ser desenvolvidos futuramente sob a ótica dos fundos de pensão. Por fim, a integração entre técnicas de alocação estratégica (ALM e LDI e outras) com as técnicas de seleção, como as aqui estudadas, podem permitir a incorporação de um número maior de restrições dos fundos, possibilitando a otimização de suas alocações próprias e terceirizadas de maneira mais efetiva.

Uma das limitações dessa pesquisa refere-se à adoção de apenas sete técnicas (três indicadores) para seleção dos fundos de investimentos. Assim, para construção dos portfólios a cada semestre, os demais indicadores apresentados na seção 2.4 também poderiam ser objeto de análise. Além disso, o estudo pode ser reaplicado considerando diferentes periodicidades na série de dados, reafirmando os resultados encontrados para séries mensais.

REFERÊNCIAS

Andonov, A., Bauer, R. M. M. J., & Cremers, K. J. M. (2017).

Pension fund asset allocation and liability discount rates. *The Review of Financial Studies*, 30(8), 2555-2595.

Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais. (2019). *Indústria de fundos inicia o ano com captação líquida de R\$ 10,3 bilhões*. http://www.anbima.com.br/pt_br/informar/relatorios/fundos-de-investimento/boletim-de-fundos-de-investimentos/industria-de-fundos-inicia-o-ano-com-captacao-liquida-de-r-10-3-bilhoes-2CA08A9A6872CD320168C7C0109040FC.htm

Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais. (2018). *Multimercados e ações concentram recursos dos fundos de investimentos*. http://www.anbima.com.br/pt_br/informar/relatorios/fundos-de-investimento/boletim-de-fundos-de-investimentos/multimercados-e-acoes-concentram-recursos-dos-fundos-de-previdencia.htm

Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar. (2019). *Consolidado estatístico – Dezembro 2019*. https://www.abrapp.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Consolidado-Estati%CC%81stico_12_2019.pdf

- Ayadi, M. A., & Kryzanowski, L. (2011). Fixed-income fund performance: Role of luck and ability in tail membership. *Journal of Empirical Finance*, 18(3), 379-392.
- Ayadi, M. A., Lazrak, S., Liao, Y., & Welch, R. (2018). Performance of fixed-income mutual funds with regime-switching models. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 69, 217-231.
- Bertucci, L. A., de Souza, F. H. R., & Félix, L. F. F. (2006). Gerenciamento de risco de fundos de pensão no Brasil: alocação estratégica ou simples foco na meta atuarial? *Revista Economia & Gestão*, 6(13), 1-17.
- 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.
- Blake, D., Rossi, A. G., Timmermann, A., Tonks, I., & Wermers, R. (2013). Decentralized investment management: Evidence from the pension fund industry. *The Journal of Finance*, 68(3), 1133-1178.
- Blake, D., Sarno, L., & Zinna, G. (2017). The market for lemmings: The herding behavior of pension funds. *Journal of Financial Markets*, 36, 17-39.
- Bogentoft, E., Romeijn, H. E., & Uryasev, S. (2001). Asset/liability management for pension funds using CVaR constraints. *The Journal of Risk Finance*, 3(1), 57-71.
- Bradley, D., Pantzalis, C., & Yuan, X. (2016). The influence of political bias in state pension funds. *Journal of Financial Economics*, 119(1), 69-91.
- Bragança, M. M. O., & Pessoa, M. S. (2017). Análise de performance de fundos de investimento multimercado no Brasil. *Revista Brasileira de Finanças*, 15(1), 93-134.
- Broeders, D. W. G. A., van Oord, A., & Rijsbergen, D. R. (2016). Scale economies in pension fund investments: A dissection of investment costs across asset classes. *Journal of International Money and Finance*, 67, 147-171.
- Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *The Journal of Finance*, 52(1), 57-82.
- Ceretta, P., & Costa, N., Jr. (2001). Avaliação e seleção de fundos de investimentos: um enfoque sobre múltiplos atributos. *Revista de Administração Contemporânea*, 5(1), 7-22.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429, 444.
- Cook, W. D., Liang, L., Zha, Y., & Zhu, J. (2009). A modified super-efficiency DEA model for infeasibility. *Journal of the Operational Research Society*, 60(2), 276-281.
- Copeland, T., Koller, T., & Murrin, J. (1995). *Valuation* (2a. ed.). Somerset.
- Correia, J. J. A., Silva, W. B., & Souza, F. C. (2018). Asset and liability management: modelo de otimização estocástica aplicável às entidades fechadas de previdência complementar brasileiras. In *Anais do Congresso de Ciências Contábeis e Atuariais* (20p.).
- Dujim, P., & Steins Bisschop, S. (2018). Short-termism of long-term investors? The investment behaviour of Dutch insurance companies and pension funds. *Applied Economics*, 50(31), 3376-3387.
- Edelen, R. M., Ince, O. S., & Kadlec, G. B. (2016). Institutional investors and stock return anomalies. *Journal of Financial Economics*, 119(3), 472-488.
- Eling, M. (2008). Does the measure matter in the mutual fund industry? *Financial Analysts Journal*, 64(3), 54-66.
- 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.
- Fonseca, N. F., Bressan, A. A., Iquiapaza, R. A., & Guerra, J. P. (2007). Análise de desempenho recente de fundos de investimento no Brasil. *Contabilidade Vista & Revista*, 18(1), 95-116.
- Fonseca, S. E., Fernandes, A. R., Cunha, C. L., & Iquiapaza, R. A. (2018). Fundos de investimento: performance aplicando modelo Carhart e análise envoltória de dados. *Revista de Administração Contemporânea*, 22(3), 355-379.
- Guiotti, I. X. P., Costa, A. D. J. B., & Botelho, D. R. (2020). Gestão de riscos em entidades fechadas de previdência complementar no Brasil: legislações, teorias e práticas de mercado. *Revista Ciências Administrativas*, 26(1), Artigo e90107.
- Gutierrez, T., Pagnoncelli, B., Valladão, D., & Cifuentes, A. (2019). Can asset allocation limits determine portfolio risk-return profiles in DC pension schemes? *Insurance: Mathematics and Economics*, 86, 134-144.
- Hibiki, N. (2006). Multi-period stochastic optimization models for dynamic asset allocation. *Journal of Banking & Finance*, 30(2), 365-390.
- Ibbotson, R. G., & Kaplan, P. D. (2000). Does asset allocation policy explain 40, 90, or 100 percent of performance? *Financial Analysts Journal*, 56(1), 26-33.
- Jensen, M. C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945-1964. *The Journal of Finance*, 26(1), 389-416.
- Lakonishok, J., Shleifer, A., Thaler, R., & Vishny, R. (1991). Window dressing by pension fund managers. *The American Economic Review*, 81, 227-231.
- Lopes, A. B., & Furtado, C. V. (2006). Private equity na carteira de investimentos das entidades de previdência privada. *Revista Contabilidade & Finanças*, 17(número especial), 108-126.
- Macedo, M. A. D. S., Fontes, P. V. D. 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.
- Melo, R. A., & Macedo, M. Á. da S. (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.
- Ministério da Economia. (2021). *Hipóteses atuariais*. <https://www.gov.br/economia/pt-br/orgaos/entidades-vinculadas/autarquias/previc/ acesso-a-informacao/dados-abertos/>

[hipoteses-atuariais/hipoteses-atuariais-por-plano-2018.xlsx/view](#)

- Mitra, G., & Medova, E. (2010). Asset and liability management/liability-driven investment for pension funds. *Journal of Asset Management*, 11(2), 71-72.
- Modigliani, F., & Modigliani, L. (1997). Risk-adjusted performance. *Journal of Portfolio Management*, 23(2), 45.
- Nevins, D. (2004). Goals-based investing. *The Journal of Wealth Management*, 6(4), 8-23.
- Novy-Marx, R., & Rauh, J. (2011). Public pension promises: How big are they and what are they worth? *The Journal of Finance*, 66(4), 1211-1249.
- Núcleo de Pesquisa em Economia Financeira da Universidade de São Paulo. (2020). *Risk factors*. http://nefin.com.br/risk_factors.html
- Oliveira, A. D., Filomena, T. P., & Righi, M. B. (2018). Performance comparison of scenario-generation methods applied to a stochastic optimization asset-liability management model. *Pesquisa Operacional*, 38(1), 53-72.
- Oliveira, A. D., Filomena, T. P., Perlin, M. S., Lejeune, M., & de Macedo, G. R. (2017). A multistage stochastic programming asset-liability management model: An application to the Brazilian pension fund industry. *Optimization and Engineering*, 18(2), 349-368.
- Oliveira, A. E., & Pinheiro, P. R. (2012). Analysis of the model DEA-CCR in the selection of investments of the pension funds entities. *Proceedings of the Information Science and Industrial Applications (ISI), Cebu, Philippines*, 29-31, 151-156.
- Oreng, M. A. C., Eid, W., Jr., & Yoshinaga, C. E. (2017). Performance of fixed income funds in Brazil: Market-timing and style analysis. *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, 7(3), 314-325.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. *OECD Pension markets in focus, 2018*. <https://www.fiapinternacional.org/en/oecd-pension-markets-in-focus-2018-oecd-october-2018/>
- Ornelas, J. R. H., Silva, A. F., Jr., & Fernandes, J. L. B. (2012). Yes, the choice of performance measure does matter for ranking of us mutual funds. *International Journal of Finance & Economics*, 17(1), 61-72.
- Piccoli, P. G. R., Cruz, J. A. W., & Citadin, M. W. (2014). Determinando a taxa livre de risco para a aplicação do CAPM no mercado brasileiro. *REAVI - Revista Eletrônica do Alto do Vale do Itajaí*, 3(4), 1-11.
- Rauh, J. D. (2008). Risk shifting versus risk management: Investment policy in corporate pension plans. *The Review of Financial Studies*, 22(7), 2687-2733.
- Resolução nº 4.661/2018. (2018). Dispõe sobre as diretrizes de aplicação dos recursos garantidores dos planos administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar. https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/16299167/do1-2018-05-29-resolucao-n-4-661-de-25-de-maio-de-2018-16299163
- Rubio, J. F., Maroney, N., & Hassan, M. K. (2018). Can efficiency of returns be considered as a pricing factor? *Computational Economics*, 52(1), 25-54.
- Saad, N., & Ribeiro, C. O. (2004). Modelos determinísticos de gestão de ativo/passivo: uma aplicação no Brasil. *Revista Contabilidade & Finanças*, 15(34), 50-62.
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of Business*, 39(1), 119-138.
- Shott, T., & Lim, D. J. (2015). *TFDEA: Technology forecasting using DEA (data envelopment analysis)*. R package version 0.9.8.3. <https://CRAN.R-project.org/package=TFDEA>
- Silva, S. A. L., Bressan, A. A., & Ferreira, B. P. (2015). Avaliação da eficácia dos modelos de asset liability management e liability driven investment para um fundo de pensão brasileiro. In *Anais do XXXIX Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração* (22p.).
- Silva, S. E., Roma, C. M. S., & Iquiapaza, R. A. (2020). Turnover da carteira e o desempenho de fundos de investimentos em ações no Brasil. *Revista Contabilidade & Finanças*, 31(83), 332-347.
- Sortino, F. A., & van der Meer, R. (1991). Downside risk. *Journal of Portfolio Management*, 17(4) 27.
- Treynor, J., & Mazuy, K. (1966). Can mutual funds outguess the market? *Harvard Business Review*, 44(4), 131-136.
- 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.
- Zakamouline, V. (2010). *The choice of performance measure does influence the evaluation of hedge funds* [Working Paper]. Social Science Research Network. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1403246>