



REVISTA AMBIENTE CONTÁBIL

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

ISSN 2176-9036

Vol. 9. n. 2, jul./dez. 2017

Sítios: <http://www.periodicos.ufrn.br/ambiente>

<http://ccsa.ufrn.br/ojs/index.php?journal=contabil>

<http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-06/index.php/Ambiente>

Artigo recebido em: 16.11.2016. Revisado por pares em: 06.05.2017. Reformulado em: 16.05.2017. Avaliado pelo sistema double blind review.

OTIMIZAÇÃO DE UMA CARTEIRA DE FUNDOS DE INVESTIMENTO DISPONÍVEIS À APLICAÇÃO DE RECURSOS DOS REGIMES PRÓPRIOS DE PREVIDÊNCIA SOCIAL (RPPS), CONFORME A LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

OPTIMIZATION OF A PORTFOLIO OF INVESTMENT FUNDS AVAILABLE FOR INVESTMENT OF THE PROPER SOCIAL SECURITY SYSTEMS (RPPS), IN ACCORDANCE WITH APPLICABLE LAW

OPTIMIZACIÓN DE UNA CARTERA DE FONDOS DE INVERSIÓN DISPONIBLE PARA LA INVERSIÓN DE UN REGÍMEN DE LA SEGURIDAD SOCIAL (RPPS), CONFOME LA LEGISLATIÓN APLICABLE

Autores

Clemente Trintinalia

Mestre em Administração pela Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. Endereço:

Rua Jose Mendes Júnior 174 – Vila Matilde, São Paulo / SP – Brasil - CEP 03510-30

Telefone: (11) 3969.0738.

Identificadores (ID):

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9093523758414415>

E-mail: clemente.trinti@gmail.com

Ricardo Goulart Serra

Pós Doutor em Contabilidade pela Universidade de São Paulo. Professor da Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado (FECAP), do Instituto de Ensino e Pesquisa (INSPER) e da Faculdade de Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP).

Endereço: Av. da Liberdade, 532, 8o andar, Bloco E – Liberdade, São Paulo/SP – Brasil.

CEP: 01502-001 - Telefone: (11) 3272-2301.

Identificadores (ID):

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0957404902684044>

Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Serra2

Academia: <https://fecap.academia.edu/RicardoGoulartSerra>

ORCID: orcid.org/0000-0003-0962-1500

E-mail: ricardo.serra@usp.br

RESUMO

O estudo pretende identificar a carteira de fundos de investimento de uma instituição financeira (administrador) com a melhor relação risco e retorno (carteira ótima) à aplicação de recursos dos Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS), observada a legislação

aplicável. Utilizou-se o modelo de Markowitz (1952), complementado pelos pressupostos de Tobin (1952) e de Sharpe (1966) em amostra com 23 fundos do administrador, cuja estimação dos parâmetros compreendeu o período de junho de 2013 a junho de 2015. A carteira ótima obtida compõe-se massivamente por fundos de renda fixa com uma percentagem ínfima de fundos de renda variável. Concernente à otimização do “risco e retorno”, as restrições legais evidenciaram-se desfavoráveis, pois, quando desconsideradas, possibilitou a obtenção de uma carteira ótima com melhor desempenho comparativamente àquela submetida a tais restrições. Por não se permitir o uso de alavancagem, nenhuma das carteiras ótimas, com ou sem restrições, alcançou a meta atuarial dos RPPS (6% de juro real).

Palavras-chave: Fundos de Investimento. Regimes Próprios de Previdência Social. Otimização de Carteiras.

ABSTRACT

The study aims to identify the portfolio of investment funds from a financial institution (administrator) with the best risk and return ratio (optimal portfolio) for investment of Proper Social Security Systems, known as “RPPS”, pursuant to applicable legislation. Markowitz's (1952) model amended by Tobin's (1952) and Sharpe's (1966) assumptions was used in a sample of 23 investment funds, which estimation of parameters covered the period from June 2013 to June 2015. The optimal portfolio obtained shows a very high percentage of fixed income funds with a minimum percentage of equity funds in their composition. Concerning to the optimization of the "risk and return", the legal restrictions proved to be unfavorable because, when disregarded, made it possible to obtain optimal portfolio with better performance than the one subject to the legal restrictions. Because leverage is not allowed, no optimal solution, with or without legal restrictions reached the RPPS actuarial target (6% real interest).

Key words: Investment funds. Proper Social Security Systems. Portfolio Optimization.

RESUMEN

El objetivo del estudio es identificar la cartera de los fondos de una institución financiera con la mejor relación de "riesgo y rendimiento" (cartera óptima) para la inversión de los Régimenes Propios de Seguridad Social (RPPS), de conformidad de la legislación aplicable. Se utilizó el modelo de Markowitz (1952), complementado por las enseñanzas de Tobin (1958), y Sharpe (1965). La estimación de los parámetros se produjo en el período junio 2013 junio 2015 usando de las muestras con 23 y 24 fondos de inversión. Los portafolios óptimos obtenidos por el modelo muestran un muy alto porcentaje de los fondos de renta fija con un muy pequeño porcentaje de los fondos de acciones en la composición. Las restricciones legales no son favorables a la optimización del "riesgo y rendimiento" porque cuando ignoramos, hecho posible la obtención de portafolios óptimos con mejores performances en comparación con los sujetos a dichas restricciones. Al no permitir el uso del apalancamiento financiero, ninguna de las carteras óptimas, con o sin restricciones, alcanzó el objetivo actuarial de RPPS (6% de interés real).

Palabras clave: Fondos de inversión. Régimenes Propios de Seguridad Social. Optimización de la cartera.

1 INTRODUÇÃO

Os Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS), assim denominados os institutos legalmente criados para gerir as aposentadorias dos servidores públicos, desempenham um papel vigoroso no sistema financeiro nacional, importando em mais de dois mil entes nas

esferas federal, estadual e municipal no fim de 2013, quando os investimentos atingiram um montante de R\$ 174,9 bilhões (BRASIL, 2013).

Segundo a Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (Anbima), o patrimônio líquido dos fundos de investimentos oferecidos aos RPPS totalizava R\$ 120 bilhões no fim de julho de 2015, quantia disputada por cerca de trinta instituições financeiras com destaque para a Caixa Econômica Federal (Caixa) e para o Banco do Brasil, detentores de 44% e 42%, respectivamente, de participação (ANBIMA, 2015).

Por mais efetivo que seja o relacionamento mantido com tais investidores, constitui premissa deste estudo que a manutenção da liderança das instituições nesse nicho somente se consolidará no longo prazo por meio do oferecimento da melhor solução de risco e retorno direcionada ao cumprimento da meta atuarial dos RPPS. Característica inerente aos regimes de capitalização, “nos fundos de previdência pública, como nos fundos de pensão privados, o binômio risco e retorno norteia as ações e preocupações dos gestores, principalmente, as que envolvem as decisões sobre formação dos portfólios de investimento” conforme asseverado por Bertucci, Souza e Félix (2004, p.2). Essa proposição, portanto, não excepciona os gestores de RPPS ao examinarem as melhores alternativas para alcançar a meta atuarial e mitigar os riscos associados aos retornos das alocações.

Em tal contexto, as questões que se levantam são: **qual a carteira ótima composta por fundos de investimentos administrados pela Caixa Econômica Federal? Qual o impacto das restrições legais na obtenção da carteira ótima? Esta carteira ótima teria sido capaz de atingir a meta atuarial?**

Portanto, os objetivos deste estudo são: (a) identificar qual o conjunto de fundos de investimentos administrados pela Caixa, principal administrador no critério de patrimônio líquido em 30/7/15, oferece a melhor relação de risco e retorno (carteira ótima) para alocação dos recursos dos RPPS, perante à legislação aplicável, utilizando-se dos pressupostos da Moderna Teoria de Carteiras (MTC) no período de estimação dos parâmetros compreendido entre 30/6/2013 a 30/6/2015, (b) analisar os efeitos das restrições legais à obtenção de uma carteira ótima e (c) avaliar, sob os aspectos de risco e retorno, as condições para o atingimento da meta atuarial diante da vedação ao uso de alavancagem.

A contribuição deste trabalho está lastreada nas informações decorrentes da análise da carteira de fundos da amostra, a qual permita identificar um portfólio eficiente e estender à validação de instrumental teórico-prático à tomada de decisões de investimento, fomentando uma gestão melhor qualificada e mais efetiva na seleção de um portfólio-alvo às alocações das disponibilidades dos RPPS.

Este trabalho, além desta seção introdutória, apresenta, na sequência, o referencial teórico contendo aspectos relativos à alocação dos RPPS, considerações acerca do modelo de média variância e sobre o desempenho de carteiras de ativos no Brasil. A terceira seção discorre sobre os aspectos metodológicos que nortearam a estimação dos parâmetros do estudo. Na seção 4 são apresentados os resultados evidenciados e as respectivas análises. Na última seção estão contempladas as considerações finais sobre o problema de pesquisa frente aos objetivos definidos, as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RPPS E APLICAÇÃO DOS RECURSOS FINANCEIROS

Segundo Baima (1998), um regime de capitalização pressupõe a arrecadação de dotações técnicas, de contribuições permanentes, extraordinárias e receitas eventuais, de

modo que anualmente, seja constituído o capital de cobertura das aposentadorias concedidas ao longo dos anos, contando, para isso, com as rendas auferidas nos investimentos realizados.

O custeio dos benefícios futuros dos servidores públicos participantes do plano previdenciário de um RPPS só estará assegurado com a sustentabilidade do sistema de forma perene, quando auferir minimamente a meta atuarial (FERREIRA *et al.*, 2010), a qual é expressa em índices atrelados aos juros de 6% reais ao ano, mormente, IPCA + 6% a.a. ou INPC + 6% a.a., compatíveis com o perfil das obrigações assumidas, em busca da manutenção do equilíbrio financeiro e atuarial.

Atualmente, as aplicações de recursos dos RPPS são disciplinadas pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) por meio da Resolução (Res.) 3.922/10 e com as alterações introduzidas pela Res. 4.392/14, cujas disposições determinam que os recursos sejam aplicados nos seguimentos de renda fixa, renda variável e imóveis, este último, desconsiderado do cômputo das disponibilidades dos RPPS. A norma impõe limite cumulativo para aplicação em renda variável, cujo total aplicado no segmento não deve exceder a 30% das disponibilidades do RPPS, estabelecendo, ainda, percentuais para as classes de ativos de renda fixa e variável, inclusive, por tipo de fundo de investimento ou patrimônio líquido, submetendo-se as aplicações dos recursos ao efetivo enquadramento legal (BRASIL, 2010).

Bertucci, Souza e Félix (2004) analisaram o efeito da regulamentação na construção de portfólios de ativos por meio da aplicação da técnica da fronteira eficiente de Markowitz (1952). Os autores consideraram três padrões de ativos: uma carteira livre de restrições, uma carteira de um RPPS submetida à Res. 2.652/99, e uma carteira de uma entidade fechada de previdência complementar regulada pela Res. 3.121/03. Os resultados revelaram uma relativa limitação na eficiência da gestão para o RPPS, causada pela legislação a que foram submetidos à época, quando cotejados os resultados obtidos com aqueles das carteiras sujeitas à regulamentação do fundo privado e da carteira livre (sem restrições à aplicação dos recursos).

Na vigência da Res. 3.506/07, Ferreira *et al.* (2010) analisaram a gestão dos recursos dos RPPS, examinando, sob a óptica do binômio risco e retorno, a otimização das aplicações. Alicerçados nos pressupostos de Markowitz (1952), o estudo buscou avaliar se a aplicação dos recursos minimiza riscos e maximiza os retornos de forma eficiente para três RPPS. Constatou-se que os RPPS avaliados, não realizaram alocações otimizadas, porém satisfatórias, perante à meta atuarial.

Outro fator, observável ao se estudar fundos de investimento como opção para a alocação dos RPPS, diz respeito à influência da taxa de juros básica na economia, isto porque as carteiras de ativos dos fundos compõem-se de títulos do governo e de outros títulos de crédito apreçados a partir dela, os quais acabam por interferir na formação da própria taxa, segundo alertaram Securato, Abe e Ziroulo (2000). À despeito dessa constatação, aplicável às decisões de investimento dos RPPS, Bertucci, Souza e Félix (2006) ponderam que em um quadro de redução significativa das taxas reais de juros, o gestor do RPPS deverá buscar alternativas que contemplem ativos de renda variável.

Sob o aspecto do risco, Bogoni e Fernandes (2011) asseveram a necessidade da adoção de instrumentos de gerenciamento de riscos que visem assegurar o equilíbrio financeiro entre ativos e passivos de um RPPS, de forma a não comprometer o direito de aquisição e manutenção dos benefícios aos participantes. Nas conclusões de Bertucci, Souza e Félix (2006), entretanto, a alocação classificada como de longo prazo, devido à persistência das altas taxas de juros reais, limitava-se à aplicação dos recursos de forma aderente à meta atuarial, em detrimento da persecução dos melhores retornos em aplicações de maior risco, alinhando-se, pois, aos movimentos inflacionários da economia.

2.2 MODERNA TEORIA DE CARTEIRAS (MTC)

Anteriormente às ideias de Markowitz (1952), acreditava-se que a melhor solução para a alocação dos investimentos era concentrá-los nos ativos de maiores retornos esperados. O retorno esperado de uma carteira de ativos pode ser calculado por meio da Expressão 1.

$$E(r_c) = \sum_{i=1}^N p_i \times E(r_i) \quad (1)$$

Em que,

$E(r_c)$ = retorno esperado da carteira

N = número de títulos componentes da carteira

p_i = peso do título i na carteira

$E(r_i)$ = retorno esperado do título i .

Zanini e Figueiredo (2005) afirmaram que a partir de Markowitz (1952) o risco tornou-se fator relevante nas decisões de investimento ao destacar a importância dos benefícios de diversificação de ativos, corroborando o entendimento de Varga (2001), de que a adição do componente de risco na avaliação dos fundos de investimento tem início com o modelo de média-variância de Markowitz (1952), pilar da MTC.

Santos e Tessari (2012) sustentam que a otimização média-variância de Markowitz (1952) é uma abordagem padrão à construção de carteiras ótimas, cuja suposição básica do modelo é de que as preferências de um investidor podem ser representadas por uma função de utilidade dos retornos esperados e da variância da carteira.

Quando se assume que o risco de uma carteira de ativos não é o resultado do somatório dos riscos ponderados dos ativos que a compõem, tomados individualmente, o trabalho de Markowitz (1952) produziu evidências de que a contribuição de risco de um ativo para uma carteira é diferente do risco desse ativo quando mantido fora da carteira. A variância de uma carteira pode ser calculada por meio da Expressão 2.

$$\text{var}_c = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N p_i \times p_j \times \text{correl}_{ij} \times dp_i \times dp_j \quad (2)$$

Em que,

var_c = variância da carteira

N = número de títulos componentes da carteira

p_i e p_j = peso do título i e do título j na carteira

dp_i e dp_j = desvio padrão do título i e do título j

correl_{ij} = correlação do título i com o título j .

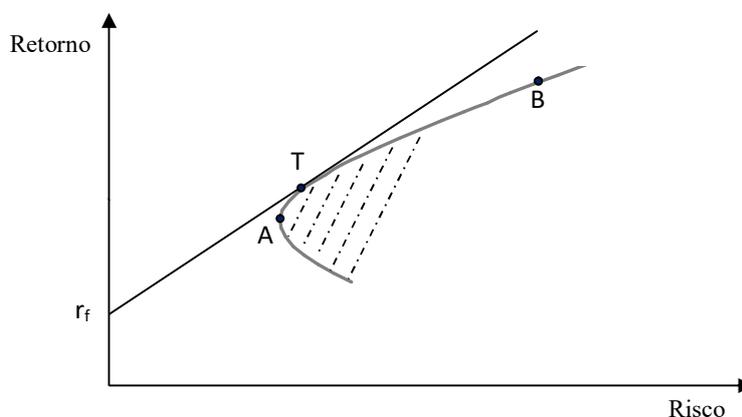
Partindo-se de um conjunto de ativos, pode-se obter diversas carteiras, alterando-se o peso de cada ativo na composição (com soma total dos pesos igual a 100%). Tais carteiras situam-se, em um gráfico risco (medido pelo desvio padrão dos retornos) versus retorno, em uma região sólida limitada por um envoltório hiperbólico chamado Fronteira Eficiente. Assim, todas as carteiras sobre a Fronteira Eficiente são ditas eficientes e, assim, igualmente, adequadas para um investidor.

“A teoria do portfólio trata da composição de uma carteira ótima de ativos, tendo como objetivo principal maximizar o grau de satisfação do investidor pela relação risco/retorno” (CASACCIA *et al.*, 2011, p. 12). A questão que se impõe é que a Fronteira Eficiente de Markowitz (1952) aponta as melhores alternativas de investimento, sem, entretanto, indicar qual deverá ser selecionada por um investidor, cujas escolhas decorrem do nível de aversão ao risco. Uma possível solução desse problema surgiu quando Tobin (1958) incluiu o conceito de

ativo livre de risco à carteira proposta inicialmente por Markowitz (1952), de sorte que o investidor pudesse dividir seus investimentos, aplicando-os parte, em um ativo livre de risco (que rende a taxa livre de risco, r_f) e, parte, em um conjunto otimizado de ativos com risco (carteira ótima) situado sobre a Fronteira Eficiente, conforme o perfil individual de aversão ao risco (BRUNI, 1998). Tobin (1958) propôs que a carteira ótima seja o ponto de tangência entre (i) a reta composta pelo ativo livre de risco e a própria carteira ótima com (ii) a Fronteira Eficiente.

A Figura 1 representa a região sólida, preenchida pelas diversas possíveis carteiras, e sua envoltória, a Fronteira Eficiente, bem como a reta tangente que caracteriza a Fronteira Geral de Investimentos e a carteira ótima (ponto de tangência T).

Figura 1 — Fronteira Eficiente (curva AB), Fronteira Geral de Investimentos (reta r_fT) e carteira ótima (ponto de tangência T).



Fonte: Adaptada pelos autores de Tobin (1958)

Sumarizado em Rotela Junior, Pamplona e Salomon (2014) o modelo racional proposto por Markowitz (1952) é operacionalizado por técnicas de programação quadrática, cujo objetivo é a otimização de carteiras atentando-se à determinação da média, da variância e da covariância dos retornos esperados dos ativos que podem compor uma carteira. Tal operacionalização resultará na determinação da carteira c (com retorno r_c e desvio padrão dp_c) integrante da Fronteira Eficiente que resulte na reta com maior inclinação (que será a reta tangente). A carteira c é conhecida como carteira ótima ou carteira T, a inclinação é conhecida como Índice de Sharpe ou IS, Sharpe (1966), calculado conforme a Expressão 3, conhecendo-se a reta tangente denominada Fronteira Geral de Investimentos.

$$b = IS = \frac{r_c - r_f}{dp_c} \quad (3)$$

Em que,

b = inclinação

r_c = retorno da carteira

r_f = retorno do título sem risco (*risk free rate*)

dp_c = desvio padrão da carteira.

Sobre a utilização indiscriminada do IS, Fonseca *et al.* (2007) advertem que, para um investidor que procura adicionar um novo fundo a uma carteira de investimentos já existente, a seleção baseada no IS torna-se inócua, porque o efeito da correlação entre o novo fundo e os que já integram a carteira não está sendo capturada pelo IS. Outro aspecto, observado por

Varga (2001), é que quando o IS calculado apresenta resultados negativos, a ordenação dos fundos perde sua finalidade, pois sempre restaria aos investidores a opção de investir alternativamente na taxa livre de risco.

2.3 DESEMPENHO DE CARTEIRAS DE ATIVOS NO BRASIL

O trabalho de Lima (2006), dirigido a fundos de investimentos previdenciários brasileiros tipo “PGBL”, abordou o nível de sensibilidade da rentabilidade destes fundos, comparativamente à taxa de juros básica, mensurada pelo CDI entre 2003 e 2004. Complementado pelo cálculo do IS para análise do desempenho, os resultados demonstraram relativa ineficiência na gestão das carteiras.

Amaral (2013) revisitou o tema de fundos de previdência de renda fixa, com vistas a avaliar os fatores que interferem nos seus desempenhos, para o período de 2005 a 2011. Os resultados identificaram diferenças estatísticas significantes entre os fundos de previdência e os de renda fixa tradicionais, sendo que os fundos de previdência obtiveram retornos inferiores aos fundos de renda fixa.

Ao comparar a performance de fundos de investimento de renda variável com a de fundos de investimento em renda fixa, Fonseca *et al.* (2007) analisaram o desempenho risco-retorno dos fundos de investimento no Brasil no período 2001/2005. Os resultados revelaram que os dois segmentos de fundos não apresentaram diferença estatística significativa do retorno médio no período. Diferenças identificadas na variância durante o período analisado demonstraram uma melhor relação de risco e retorno de fundos de renda fixa, devido às altas taxas de juros na abrangência do estudo.

Em estudo dedicado a fundos de renda fixa indexados, Villela e Leal (2008) analisaram se o fator que representa o componente pré-fixado explica o desempenho do fundo. A análise contemplou fundos de renda fixa atrelados ao IRF-M, representante dos componentes do Índice de Mercado Anbima (IMA), procurando refletir tipos de carteira de renda fixa, mormente, indexados à inflação. Os resultados desse estudo sinalizaram que o IRF-M agrega informações de forma marginal à análise de desempenho de fundos de renda fixa. Revelou também, que seu impacto econômico diante dos modelos empregados é muito baixo, devido aos coeficientes que apresenta.

No segmento de renda variável, Bruni e Famá (1998) e Hieda e Oda (1998) realizaram, à priori, trabalhos inseridos no contexto do modelo de otimização formulado na teoria desenvolvida por Markowitz (1952). O trabalho de Bruni e Famá (1998) consistiu em avaliar o desempenho no mercado de ações brasileiro a partir de uma estratégia de diversificação ingênua versus uma carteira otimizada segundo a teoria de Markowitz (1952), estabelecendo janelas móveis com prazos de 12, 24 e 36 meses, em que o resultado obtido pela janela de 12 meses foi superior. Paralelamente a esse trabalho, Hieda e Oda (1998) realizaram otimizações baseando-se nas valorizações diárias das vinte ações mais negociadas no Ibovespa (Índice Bovespa), adotando janelas móveis de um quadrimestre. Adicionalmente, a otimização utilizou como parâmetro o IS, cujo resultado positivo foi a obtenção de um risco inferior à estratégia de diversificação “ingênua” na maioria dos quadrimestres.

Com janelas móveis de um quadrimestre de retornos semanais, Serra e Nakamura (2016) formaram carteiras, calcadas na teoria de Markowitz (1952), a partir de 118 ações por 34 quadrimestres (1º/1/2003 a 30/4/2014). Considerando o período todo de análise, a carteira otimizada apresentou retorno superior e risco inferior (ambos estatisticamente verificados) quando comparada ao Ibovespa (conforme a nova metodologia implantada a partir de 2014 — Ibovespa Novo, e segundo a antiga metodologia — Ibovespa Antigo). No período

considerado o Ibovespa Novo (calculado retroativamente) superou o Ibovespa Antigo (maior retorno e menor risco).

Zanini e Figueiredo (2005) detiveram-se em responder se há diferença no desempenho de uma carteira submetida às aplicações do modelo de Markowitz (1952) e do Modelo de Índice Único de Sharpe no mercado de ações brasileiro. O trabalho, ao apresentar um caráter complementar aos trabalhos de Bruni e Famá (1998) e Hieda e Oda (1998), procurou explicitar também a validade da aplicação das teorias de Markowitz (1952) e de Sharpe (1966) enquanto incorporação real de benefícios ao investidor. Investigou, ainda, quais períodos de tempo (janelas móveis) são mais adequados para serem utilizados como base de dados voltada à otimização de carteiras.

Os resultados da pesquisa, escudados por testes estatísticos tradicionais, demonstraram não existir evidências de superioridade no desempenho de uma carteira em relação à outra. Não foram observadas vantagens para o investidor como forma preditiva à formação de carteiras de investimento. Alusivo ao melhor intervalo, os resultados não podem ser considerados significativamente diferentes e a superioridade obtida em algum período foi explicada como casual.

Os trabalhos de Thomé, Leal e Almeida (2011), Santos e Tessari (2012) e Rubesan e Beltrame (2013) assemelham-se em parte por investigar carteiras de mínima variância, comparando-as com outras carteiras formadas por ações que integram o Ibovespa, buscando evidenciar uma alternativa provável ao modelo tradicional de média-variância.

Thomé, Leal e Almeida (2011) comparam o desempenho de uma carteira de mínima variância com uma carteira ingênua ou igualmente ponderada com as mesmas ações, inclusive de fundos de investimento. Os resultados demonstraram que a carteira de mínima variância global, com limites máximos incidentes sobre os pesos das ações, apresentou retorno médio maior com desvio padrão menor do que o Ibovespa.

Santos e Tessari (2012) coletaram dados do mercado brasileiro de ações para realizar comparações com a utilização de uma carteira calcada no modelo de média-variância de Markowitz (1952) partindo da alternância do coeficiente de aversão ao risco a fim de mitigar possíveis erros de estimação. Os resultados evidenciaram carteiras otimizadas com um desempenho ajustado ao risco de forma consistente, superior ao obtido por meio da abordagem tradicional e escorado pela matriz de covariância amostral. O retorno obtido foi também superior aos *benchmarks* cotejados, quais sejam Ibovespa e carteira ingênua.

Rubesan e Beltrame (2013) compararam os resultados das carteiras de mínima variância usando como benchmark o Ibovespa, estendendo as comparações a uma carteira igualmente ponderada, uma carteira formada pela razão de Sharpe e uma carteira formada pela maximização da média geométrica dos retornos. O desempenho da carteira de mínima variância, em termos de retorno ajustado ao risco mostrou-se estatisticamente superior ao das demais carteiras, incluindo a do Ibovespa e a carteira igualmente ponderada das ações.

Data Envelopment Analysis (DEA) ou Análise Envoltória de Dados, assim chamado no Brasil, é uma técnica de mensuração de desempenho usada na otimização de portfólios. Depreende-se de Resende Neto (2006) que uma das vantagens do DEA, por não ser uma ferramenta paramétrica e não se apoiar em nenhum modelo teórico como o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) ou a *Arbitrage Pricing Theory* (APT), possibilita comparar o desempenho de um fundo com um portfólio ou entre os diversos portfólios otimizados.

Ao aplicar o DEA ao estudo de carteiras de ações, Lopes, Carneiro e Schneider (2010) e Rotela Junior, Pamplona e Salomon (2014) avaliaram o desempenho de carteiras, respectivamente otimizadas, mediante as abordagens de Markowitz (1952) e de Sharpe (1966).

No primeiro caso, Lopes, Carneiro e Schneider (2010) buscaram avaliar se a aplicação do modelo de otimização de Markowitz (1952) sobre carteiras selecionadas por meio do DEA gera retornos maiores que carteiras obtidas apenas com o DEA. Por meio da comparação das carteiras DEA com o Ibovespa, concluiu-se que as carteiras DEA otimizadas por Markowitz (1952) alcançam melhor desempenho que as carteiras DEA originais e Ibovespa.

A proposta de Rotela Junior, Pamplona e Salomon (2014), que visou avaliar a eficiência das ações da BM&FBOVESPA, assemelha-se à proposta de Lopes, Carneiro e Schneider (2010), diferenciando-se, entretanto, quanto à otimização empregada. Foi utilizada a abordagem de Sharpe (1966) a uma carteira de ativos selecionada pelo DEA, a qual foi comparada às carteiras obtidas individualmente, ou por meio do DEA, ou por Sharpe. Os resultados do estudo demonstraram um melhor desempenho da carteira resultante (DEA + Sharpe) frente às carteiras otimizadas individualmente, por DEA, ou, por Sharpe (1966).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir estão evidenciados os aspectos metodológicos necessários para o desenvolvimento da pesquisa, relativos ao enquadramento do estudo, coleta e análise de dados.

3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

Este trabalho pode ser considerado como uma pesquisa de natureza aplicada, e frente aos objetivos formulados como uma pesquisa descritiva, cujo desenvolvimento implica uma abordagem quantitativa com a utilização de procedimentos estatísticos, realizados após a coleta de dados específicos à análise e à demonstração dos resultados.

3.2 COLETA DE DADOS

Os dados deste estudo classificam-se como secundários quanto à forma de obtenção, que importou em coletar as cotas diárias de cada fundo selecionado para a amostra no intervalo de estimação, disponíveis para consulta pública na página eletrônica do sítio da Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

A adoção de dados históricos para obtenção dos retornos e riscos esperados tem sido usual na literatura empírica corrente como forma de evitar a subjetividade e dificuldade de se fazer previsões.

Ferreira *et al.* (2010) utilizaram histórico de retornos de dois anos e periodicidade de retornos diária. Ao se considerar o caráter de alocação de longo prazo para os RPPS, adotou-se, também, o histórico de retornos de dois anos, porém, com periodicidade semanal, para reduzir eventuais vieses por falta de liquidez dos fundos (SERRA; MARTELANC, 2013).

A estimação dos parâmetros teve início em 30/6/2013 e término em 30/6/2015, data base para a análise em que foram informados 63 fundos de investimentos disponíveis pelo administrador às aplicações dos RPPS. Desse total, 23 estavam em operação para o recebimento de recursos desde o início do período de estimação, portanto, elegíveis para compor a amostra.

Adotou-se a poupança como ativo livre de risco. O parâmetro utilizado é a média da caderneta de poupança nominal no período, a exemplo de Bertucci, Souza e Félix (2004) que a consideraram como a aplicação "sem" risco. Fonseca *et al.* (2007) também adotaram a poupança como ativo livre de risco, após constatar que, no período por eles analisado, independentemente do ativo livre de risco adotado, a ordenação dos fundos pelo IS não se

alterava. Silveira, Famá e Barros (2010) consideraram a poupança e o DI adequados como parâmetros de ativo livre de risco, sem que, entretanto, permitisse identificar qual dessas alternativas seria mais adequada ao presente estudo.

Além das restrições relativas aos limites cumulativos por classe e por fundos, a Res. 3.922/10 dispõe sobre o limite de aplicação em um fundo até 25% do seu patrimônio líquido, item considerado na operacionalização do modelo a partir da definição da amostra apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 — Composição por classes da amostra.

Painel (a): Fundos de Renda Fixa

Classe	Ativo	Limite Cumulativo	Qtde.
1	Aplicações em cotas de fundos de investimento classificados como renda fixa ou referenciado em indicadores de desempenho de renda fixa, constituídos sob a forma de condomínio aberto.	Até 30% dos recursos em moeda corrente do RPPS, Art. 7º, Inciso IV, "a", limitado a 20% de aplicação por fundo conforme Art. 13.	5
2	Aplicações em cotas de fundos de investimento ou em fundo de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como renda fixa ou como referenciados em indicadores de desempenho de renda fixa, constituídos sob a forma de condomínio aberto e cuja política de investimento assume o compromisso de buscar o retorno de um dos subíndices do Índice de Mercado Anbima (IMA).	Até 80% dos recursos em moeda corrente do RPPS, Art. 7º, Inciso III, limitado a 20% de aplicação por fundo conforme Art. 13.	1
3	Aplicações em Títulos Públicos Federais e/ou cotas de fundos de investimento em Títulos Públicos Federais, constituídos sob a forma de condomínio aberto, que assume o compromisso de buscar o retorno de um dos subíndices do Índice de Mercado ANBIMA (IMA) ou do Índice de Duração Constante Anbima (IDkA), com exceção de qualquer sub índice atrelado a taxa de juros de um dia.	Até 100% dos recursos em moeda corrente do RPPS, Art. 7º, Inciso I, "b".	8

Painel (b): Fundos de Renda Variável

4	Cotas de fundos de investimento constituídos sob a forma de condomínio aberto e classificados como referenciados que identifiquem em sua denominação e em sua política de investimento indicador de desempenho vinculado ao Ibovespa (IBrX, IBrX-50).	Até 30% dos recursos em moeda corrente do RPPS, Art. 8º, Inciso I.	4
5	Cotas de fundos de investimento em ações, constituídos sob a forma de condomínio aberto, cujos regulamentos determinem que as cotas de fundos de índices referenciados em ações que compõem suas carteiras estejam no âmbito dos índices Ibovespa (IBrX, IBrX-50).	Até 15% dos recursos em moeda corrente do RPPS, Art. 8º, Inciso II.	5

Fonte: Elaborada pelos autores.

3.3 CONSTRUÇÃO DA FRONTEIRA EFICIENTE

Para construir a fronteira eficiente estipulou-se uma faixa de 30 retornos entre 0,1800% e 0,1945% por semana (equivalentes a 9,80% a.a. e 10,63% a.a., considerando-se 52 semanas no ano).

Para cada retorno do intervalo obteve-se a carteira com mínimo risco (medido pelo desvio padrão), por meio de um programa computacional. Segundo Securato (2007), o procedimento adotado é um método trivial quando conhecidos os retornos médios, os respectivos desvios padrão e as correlações de uma amostra de ativos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A Tabela 1 apresenta a média e o desvio padrão dos retornos semanais no período compreendido entre e 30/6/2013 a 30/6/2015 dos fundos analisados, mediante as disposições da Res. 3.922/10 e categorizadas de acordo Quadro 1 da Seção 3.2, complementados pelos respectivos Índices de Sharpe de cada fundo.

Tabela 1 — Média e desvio padrão (DP) dos retornos semanais (30/6/2013 a 30/6/2015) e Índice de Sharpe (IS) dos fundos componentes da amostra.

	Classe	Fundo	Média	DP	IS
RENDA FIXA (RF)	1	Caixa Brasil Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,1905%	0,0377%	1,6163
		Caixa RS Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,1905%	0,0370%	1,6464
		Caixa Aliança Títulos Públicos FI Renda Fixa	0,1906%	0,0369%	1,6548
		Caixa Brasil FI Referenciado DI LP	0,1941%	0,0319%	2,0225
		Caixa Brasil Disponibilidades FI Renda Fixa	0,1785%	0,0297%	1,6500
	2	Caixa Novo Brasil IMA-B FIC Renda Fixa LP	0,1950%	1,0974%	0,0596
		Caixa Brasil IMA-B Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,1882%	1,1739%	0,0500
		Caixa Brasil IMA-Geral Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,1832%	0,5788%	0,0926
		Caixa Brasil IMA-B 5 Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,2015%	0,3973%	0,1813
	3	Caixa Brasil RF-M 1 Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,1843%	0,0653%	0,8392
		Caixa Brasil IMA-B 5+ Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,1879%	1,6841%	0,0347
		Caixa Brasil IMA-M 1+ Títulos Públicos FI Renda Fixa LP	0,1687%	0,6164%	0,0635
		Caixa Brasil IDKA IPCA 2A Títulos Públicos FI RF LP	0,2072%	0,3816%	0,2036
Caixa Brasil IRF-M Títulos Públicos FI Renda Fixa LP		0,1724%	0,4169%	0,1027	
RENDA VARIÁVEL (RV)	4	Caixa Brasil Ibovespa FI Ações	0,0824%	2,8837%	-0,0164
		Caixa Brasil IBX 50 FI Ações	0,1184%	2,7917%	-0,0040
		Caixa Ibovespa FI Ações	0,0949%	3,0181%	-0,0115
		Caixa Brasil ETF Ibovespa FI Ações	0,1575%	3,0024%	0,0093
		Caixa Valor Dividendos RPPS FIC Ações	0,0972%	1,8756%	-0,0172
	5	Caixa Petrobrás FI Ações	0,2040%	6,5782%	0,0113
		Caixa Sustentabilidade Empresarial ISE FI Ações	0,1091%	2,2469%	-0,0091
		Caixa Consumo FI Ações	0,1527%	2,3994%	0,0097
		Caixa Petrobrás Pré-Sal FI Ações	0,0545%	6,4536%	-0,0116

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 FRONTEIRA EFICIENTE E FRONTEIRA GERAL DE INVESTIMENTOS

O desvio padrão das carteiras de mínimo risco para cada nível de retorno, calculados conforme estabelecido na seção 3.3 está consolidado na Tabela 2.

Tabela 2 — Desvio padrão das carteiras de mínimo risco para cada nível de retorno (de 0,1800% a 0,1945% semanais).

Carteira	Retorno	Desvio Padrão	Carteira	Retorno	Desvio Padrão
1	0,1800%	0,1002%	16	0,1875%	0,0563%
2	0,1805%	0,0918%	17	0,1880%	0,0613%
3	0,1810%	0,0839%	18	0,1885%	0,0668%
4	0,1815%	0,0767%	19	0,1890%	0,0726%
5	0,1820%	0,0703%	20	0,1895%	0,0787%
6	0,1825%	0,0650%	21	0,1900%	0,0849%
7	0,1830%	0,0611%	22	0,1905%	0,0914%
8	0,1835%	0,0579%	23	0,1910%	0,0980%
9	0,1840%	0,0548%	24	0,1915%	0,1047%
10	0,1845%	0,0520%	25	0,1920%	0,1115%
11	0,1850%	0,0506%	26	0,1925%	0,1183%
12	0,1855%	0,0498%	27	0,1930%	0,1252%
13	0,1860%	0,0501%	28	0,1935%	0,1322%
14	0,1865%	0,0505%	29	0,1940%	0,1392%
15	0,1870%	0,0518%	30	0,1945%	0,1463%

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.3 CARTEIRA DE MÍNIMA VARIÂNCIA E CARTEIRA ÓTIMA

Do conjunto de carteiras consolidadas na Tabela 2, duas são relevantes à análise: a carteira de mínima variância e a carteira ótima. A Tabela 3 apresenta a composição da carteira ótima.

Tabela 3 — Composição da Carteira Ótima.

Segmento	Classe	Fundo	23 Fundos
RF	1	Caixa Brasil Títulos Públicos FI RF LP	7,06%
RF	1	Caixa Brasil FI Referenciado DI LP	20,00%
RF	1	Caixa Brasil Disponibilidades FI Renda Fixa	2,94%
RF	3	Caixa Brasil IFR-M 1 Títulos Públicos FI RF LP	69,85%
RV	5	Caixa Consumo FI Ações	0,15%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A composição da carteira ótima, respeitando-se a Res. 3.922/10, é composta demasiadamente por fundos do segmento de renda fixa, correspondente às classes 01 e 03 (acima de 99%) e o restante distribuído entre dois fundos da classe 05. Uma explicação para o resultado está associada ao baixo desvio padrão dos fundos de renda fixa frente aos fundos de renda variável adicionada ao baixo retorno dos fundos de renda variável no período de estimação. Esse resultado corrobora o entendimento de Securato, Abe e Ziroulo (2000) sobre a forte influência exercida pela taxa de juros básica da economia no desempenho dos fundos de investimento, a qual potencializa a alocação em ativos de renda fixa atrelados à taxa básica da economia.

Prolongando-se, pois, a conjuntura econômica verificada durante o período analisado, caracterizado por turbulências no mercado de capitais brasileiro, há de se ponderar que um estudo para o rebalanceamento da carteira ótima ocorra em periodicidade inferior àquela que ocorreria em situação inversa, qual seja, representada por um ciclo de maior estabilidade econômica com uma taxa de juros reduzida.

Um cenário de maior estabilidade supõe-se mais assertivo à aplicação do modelo de média-variância por permitir uma melhor diversificação dos ativos e alinhar-se à premissa de

que em períodos de taxa de juros reduzida o gestor de um RPPS buscaria alternativas que implicassem ativos de renda variável (BERTUCCI; SOUZA; FÉLIX, 2006).

A média, o desvio padrão e o Índice de Sharpe da carteira de mínima variância e da carteira ótima estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 — Média, Desvio Padrão e Índice de Sharpe da Carteira de Mínima Variância e Carteira Ótima.

Carteira	Média	Desvio Padrão	IS
Mínima Variância	0,1855%	0,0498%	1,1246
Ótima	0,1865%	0,0505%	1,1275

Fonte: Elaborada pelos autores.

Restrições importam perda à otimização, exceto quando não impõe limites à solução (restrição inócua). Essa perda pode ser evidenciada quando comparado o Índice de Sharpe (IS) da carteira ótima com o IS do fundo melhor ranqueado sob este critério, (Caixa Brasil FI Referenciado DI LP, IS de 2,0225, Tabela 1), fato que se deve às restrições cumulativas de limites por classes de fundos utilizadas no procedimento de otimização.

4.4 EFEITO DA APLICAÇÃO DOS LIMITES POR CLASSE E POR FUNDO

Avaliou-se, também, os efeitos das restrições dos limites cumulativos por classe e por fundo atribuídos às classes de ativos na forma do Quadro 1, conforme a Res. 3.922/10 na obtenção da carteira com melhor relação de risco e retorno.

Alternativamente, estabeleceu-se obter as carteiras ótimas sem a aplicação dos limites cumulativos por classes e por fundos, mantendo-se apenas as restrições de natureza metodológica e de alavancagem. A composição, média, desvio padrão e IS das carteiras ótimas sem as limitações legais estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 — Composição, média, desvio padrão e IS da Carteira Ótima obtida sem os limites cumulativos impostos pela Res. 3.022/10.

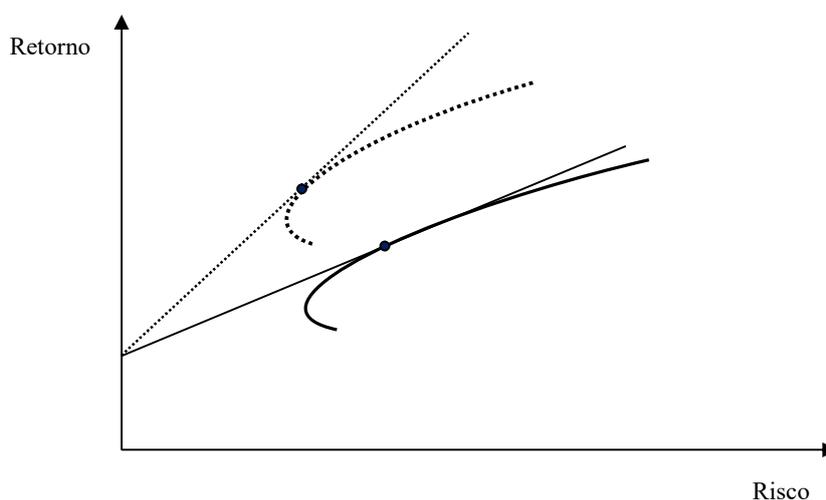
Segmento	Classe	Fundo	23 Fundos
RF	1	Caixa RS Títulos Públicos FI RF LP	0,66%
RF	1	Caixa Aliança Títulos Públicos FI RF	1,41%
RF	1	Caixa Brasil FI Referenciado DI LP	97,71%
RF	3	Caixa Brasil IRF-M 1 Títulos Públicos FI RF LP	0,08%
RV	5	Caixa Sustentabilidade Empresarial ISE FI Ações	0,12%
RV	5	Caixa Consumo FI Ações	0,04%
Média			0,1939%
Desvio Padrão			0,0315%
IS			2,0432

Fonte: Elaborada pelos autores.

A média, os desvios padrão e os IS apresentados na Tabela 5, quando confrontados com aqueles das carteiras ótimas da Tabela 4, constituem evidência de que as limitações da regulamentação impõem restrições à otimização segundo os pressupostos da teoria de Markowitz (1952). Nota-se maior retorno, menor risco e consequentemente maior IS para a carteira ótima sem restrições legais comparativamente a carteira ótima com restrições legais.

A Figura 2 demonstra as Fronteira Eficiente e Fronteira Geral de Investimentos (estilizadas para efeitos ilustrativos) que determinaram as carteiras ótimas com e sem a aplicação dos limites cumulativos por classes.

Figura 2 — Fronteira Eficiente (curva), Fronteira Geral de Investimentos (reta) e carteiras ótimas (pontos), com (sólida) e sem (pontilhada) os limites cumulativos por classe e por fundos definidos na Res. 3922/10.



Fonte: Elaborada pelos autores.

O objetivo precípua da Res. 3922/10 visou estabelecer segurança, rentabilidade, solvência, liquidez e transparência nas aplicações dos RPPS, entretanto, os limites cumulativos por classe e por fundo por ela definidos sustentam-se em um modelo lógico dissociado da MTC.

A aplicação do modelo de média-variância, com e sem a submissão às restrições legais, tornou possível demonstrar uma certa limitação à gestão dos RPPS, que já havia sido constatado por Bertucci, Souza e Félix (2004).

A composição da carteira ótima da Tabela 5 permitiu verificar, ainda, que os fundos não estão alocados com base no IS individual, ratificando, pois, Fonseca *et al.* (2007), quanto à adição de um fundo a uma carteira existente, pelo fato do IS não capturar a covariância entre o fundo novo e os demais da carteira, tornando indiferente à obtenção de efeito diversificador na eliminação do risco. Como evidência desse fato, o Fundo Caixa Consumo FI Ações que, individualmente possui o segundo pior IS (Tabela 1), embora integre a carteira ótima.

4.5 RETORNOS OBTIDOS EM RELAÇÃO À META ATUARIAL

Comparou-se (i) o retorno acumulado da meta atuarial (IPCA+6% a.a.) com (ii) os retornos acumulados das carteiras ótimas formadas em 30/6/2015 (com e sem limites cumulativos da Res. 3.922/10), todos para o período subsequente de 6 meses (30/6/2015 a 31/12/2015). Os resultados estão apresentados percentualmente na Tabela 6.

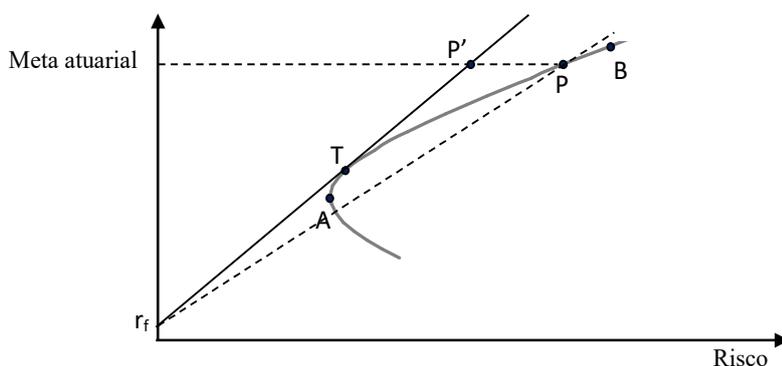
Tabela 6 — Retorno acumulado no período de análise (30/6/15 a 31/12/15) do IPCA+6% a.a., da carteira ótima das amostras com e sem os limites cumulativos da Res. 3.022/10.

Indicador / Carteira	Percentual	
Retorno do IPCA + 6% a.a. (meta)	(A)	7,27%
Retorno da Carteira Ótima (com restrições cumulativas)	(B)	6,64%
Percentual de Atingimento da Meta Atuarial	(B/A)	91,27%
Retorno da Carteira Ótima (sem restrições cumulativas)	(C)	6,76%
Percentual de Atingimento da Meta Atuarial	(C/A)	92,98%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados apresentados na Tabela 6 indicam que nenhuma das carteiras ótimas (com e sem as restrições cumulativas) atingiria a meta atuarial no período, tampouco no período de estimação das carteiras, (30/6/13 a 30/6/15). Para se obter um retorno superior ao retorno da carteira ótima mantendo o mesmo IS, seria preciso fazer uso de alavancagem. Porém, mantida a restrição de alavancagem (inclusive para o ativo livre de risco), tal possibilidade é descartada. Nessa circunstância buscou-se uma carteira P que atingisse a meta atuarial posicionada sobre a Fronteira Eficiente, situação teórica ilustrada na Figura 3, que apresenta a Fronteira Eficiente (curva AB), a Fronteira Geral de Investimentos (reta r_fT) e a carteira ótima (ponto de tangência T).

Figura 3 — Fronteira Eficiente (curva AB), Fronteira Geral de Investimentos (reta r_fT), carteira ótima (ponto de tangência T) e carteira eficiente que, em tese, atinge a meta atuarial (P).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se, na Figura 3, que seria possível atingir a meta atuarial com a carteira P', integrante da Fronteira Geral de Investimentos, em uma posição à direita da carteira T sobre a Fronteira Geral de Investimentos, portanto, uma carteira alavancada em relação à carteira T e que, em face à restrição da alavancagem, não seria uma solução viável.

Também é possível atingir a meta atuarial com a carteira P, que se encontra sobre a Fronteira Eficiente. Exceto pela carteira T, as demais carteiras sobre a Fronteira Eficiente são piores (dominadas) pelas carteiras sobre a Fronteira Geral de Investimento, inclusive, com pior IS (inclinação da reta pontilhada inferior à inclinação da Fronteira Geral de Investimentos, representada pela reta sólida).

No entanto, como nenhum fundo da amostra individualmente obteve, no período de estimação de 30/6/13 a 30/6/15, retorno superior à meta atuarial, não teria sido possível, *a priori*, estabelecer uma carteira P que atingisse a meta atuarial.

O não atingimento da meta atuarial pela carteira ótima obtida com os fundos da amostra contrapõe-se, em parte, aos resultados obtidos por Ferreira *et al.* (2010). Os autores não identificaram impedimento das restrições legais ao alcance das metas dos RPPS estudados, embora tenham identificado que elas impuseram restrições ao modelo de média-variância, no que diz respeito à alocação de recursos. O período analisado por Ferreira *et al.* (2010) apresentou menor pressão inflacionária e menor taxa de juro básica da economia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro objetivo deste trabalho é determinar a carteira ótima, dentre os fundos administrados pela Caixa, de fundos destinados à alocação dos recursos dos Regimes Próprios de Previdência Social, perante a legislação aplicável. Não se tem conhecimento de estudo que tenha trabalhado com uma amostra de fundos para RPPS tão significativa quanto o presente estudo, além de ser o primeiro estudo sobre o tema na vigência da Res. 3.992/10 de que os autores têm conhecimento.

Estudou-se uma amostra de 23 fundos pelo período de 30/6/13 a 30/6/15. A técnica empregada para a obtenção da carteira ótima, por meio da otimização da relação de risco e retorno, foi o modelo de média-variância conforme a Moderna Teoria de Carteiras.

A carteira ótima, respeitando-se a Res. 3.922/10, está apresentada na Tabela 3. Tal carteira é composta preponderantemente por fundos de renda fixa (percentual superior a 99%) frente à participação ínfima de renda variável, embora as restrições legais permitissem até 30% de alocação em fundos desse segmento. Essa composição pode ser atribuída ao baixo risco dos fundos de renda fixa e pela conjuntura turbulenta do mercado de capitais brasileiro, resultando em baixo retorno dos fundos de renda variável, especificamente no período analisado.

Analisados os efeitos das restrições legais sobre a carteira ótima obtida com o conjunto de fundos da amostra, o segundo objetivo deste artigo, constatou-se que os motivos que pautaram o legislador na fixação dos limites cumulativos de alocação por classe de ativos e por fundos são distintos dos pressupostos teóricos que sustentam a aplicação do modelo de média-variância. De acordo com os resultados obtidos, a carteira ótima apresentou Índice de Sharpe inferior ao do fundo com melhor desempenho individual nesse critério, quando submetidas aos limites cumulativos dispostos na norma vigente. Quando recalculada, sem a imposição dos limites cumulativos e mantida a restrição quanto à alavancagem, a carteira ótima apresentou, como esperado, Índice de Sharpe superior ao do fundo individualmente melhor ranqueado.

Tal constatação sugere que o relaxamento das restrições poderia ser benéfico para melhorar a relação risco e retorno da carteira, corroborando o entendimento de Bertucci, Souza e Félix (2004), de que as regras definidas à composição das carteiras de outros entes analisados, demonstraram-se menos restritivas do que aquelas que se impunham às aplicações dos RPPS, influenciando a gestão dos recursos disponíveis.

A análise e discussão sobre as alternativas do modelo de média-variância para alcançar a meta atuarial pelas carteiras de fundos das amostras, o terceiro objetivo deste artigo, revelou certa ineficiência haja vista que nenhuma das carteiras ótimas simuladas no estudo (com e sem as restrições legais) conseguiu atingir a meta atuarial plena no período subsequente ao da estimação (30/6/2015 a 30/12/15). No plano de risco e retorno, somente seria atingida a meta atuarial com os fundos da amostra analisada flexibilizando a restrição de alavancagem. A carteira T alavancada manter-se-ia sobre a Fronteira Geral de Investimento, não havendo prejuízo do ponto de vista da relação de risco e retorno, medida pelo Índice de Sharpe.

Não sendo possível a alavancagem, a meta atuarial teria sido atingida com um conjunto de fundos com pior relação risco e retorno, comparativamente a relação apresentada com a carteira ótima, e ademais, esse conjunto não estaria sobre a Fronteira Geral de Investimentos (Figura 3). Para a amostra analisada não teria sido possível atingir a meta atuarial uma vez que nenhum fundo individualmente atingiu a meta atuarial no período analisado.

As limitações deste trabalho são: estudar um único período de tempo e restringir-se a análise dos fundos de um único administrador. Futuros estudos poderiam contemplar os fundos administrados por diversas instituições financeiras e em períodos distintos dos analisados pelo presente estudo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, T. R. S. **Análise de performance de fundos de investimento em previdência**. 2013. 166 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS (ANBIMA) (2015). **Global de Administração de Recursos de terceiros/ranking global**. Disponível em: <<http://www.portal.anbima.com.br/informacoes-tecnicas/ranking/fundos-de-investimento/adm-rec-terc/pages/adm-rec-terc.aspx>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

BAIMA, F. R. **Análise de desempenho dos investimentos dos fundos de pensão no Brasil**. 1998. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 1998.

BERTUCCI, L. A.; SOUZA, F. H. R.; FÉLIX, L. F. Regimes próprios de previdência e entidades fechadas de previdência complementar: o caso do Fundo de Previdência do Estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Gestão** – Belo Horizonte/MG 4(7): 35-54, 2004.

BERTUCCI, L. A.; SOUZA, F. H. R.; FÉLIX, L. F. Gerenciamento de risco de fundos de pensão no Brasil: alocação estratégica ou simples foco na meta atuarial? **Revista Economia e Gestão** – Belo Horizonte/MG 6(13): 1-17, 2006.

BOGONI, N. M.; FERNANDES, F. C. Gestão de risco nas atividades de investimento dos regimes próprios de previdência social (RPPS) dos municípios do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Administração da UFRGS** – Porto Alegre/RS 17(1): 117-148, 2011.

BRASIL. Ministério da Previdência Social, **Anuário estatístico da previdência social**. Brasília: Empresa de tecnologia e informações da previdência social, 2013.

BRUNI, A. L. **Risco, retorno e equilíbrio: uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na Bovespa (1988-1996)**. 1998. 163 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 1998.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. Moderna teoria de portfólios: É possível captar, na prática, os benefícios decorrentes de sua utilização? **Resenha BM&F** – São Paulo, SP (128): 19-34, 1998.

CASACCIA, M. C.; GALLI, O. C.; MACÊDO, G. R.; LEITÃO, C. Análise do desempenho de fundos de investimentos: um estudo em ações brasileiras no período de janeiro de 2004 a agosto de 2009. **Revista Organizações em Contexto** – São Bernardo do Campo/SP 7(13): 1-30, 2011.

FERREIRA, A. H. B.; GIVISIEZ, L. J. V. B.; BESSEGATO, L. F.; JÚNIOR, R. P. N. A alocação de recursos dos regimes próprios de previdência social tem sido eficiente? **Revista Economia e Gestão** – Belo Horizonte/MG 10(24): 48-73, 2010.

FONSECA, N. F.; BRESSAN, A. A.; IQUIAPAZA, R. A.; GUERRA, J. P. Análise do desempenho recente de fundos de investimento no Brasil. **Contabilidade Vista e Revista** – Belo Horizonte/MG 18(1): 95-116, 2007.

HIEDA, A.; ODA, A. L. Um estudo sobre a utilização de dados históricos no modelo de Markowitz aplicado a Bolsa de Valores de São Paulo. In: Seminários de Administração, v3, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 1998.

LIMA; A. C. Desempenho dos fundos de investimento do tipo previdência privada e sua sensibilidade à variação da taxa de juros. **Revista de Administração Mackenzie** – São Paulo/SP 7(2): 61-77, 2006.

LOPES, A. L. M.; CARNEIRO, M. L.; SCHNEIDER, A. B. Markowitz na otimização de carteiras selecionadas por Data Envelopment Analysis – DEA. **Gestão e Sociedade** – Belo Horizonte/MG 4(9): 640-656, 2010.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. **Journal of Finance** – [S.l.] 1(7): 77-91, 1952.

RESENDE NETO, A. L. **Uma proposta de construção de indicador de performance de fundos de investimentos**. 2006. 86 f. Dissertação (Mestrado em Economia), Programa de Pós – Graduação em Economia, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2006.

ROTELA JUNIOR, P.; PAMPLONA, E. O.; SALOMON, F. L. R. Otimização de portfólios: análise de eficiência. **Revista de Administração de Empresas** – São Paulo/SP 54(4): 405-413, 2014.

RUBESAM, A.; BELTRAME, A. L. Carteiras de variância mínima no Brasil. **Revista Brasileira de Finanças** – São Paulo/SP 11(1): 81-118, 2013.

SANTOS, A. A. P.; TESSARI, C. Técnicas quantitativas de otimização de carteiras aplicadas ao mercado de ações brasileiro. **Revista Brasileira de Finanças** – São Paulo/SP 10(3): 369-393, 2012.

SECURATO, J. R.; ABE, E. R.; ZIROULO, V. M. Avaliação dos componentes de risco dos fundos de renda fixa. In: Encontro da ANPAD, XXIV, 2000, Salvador. *Anais...* Salvador: ANPAD, 2000.

SERRA, R. G.; MARTELANC, R. Estimação de betas de ações com baixa liquidez. **BBR - Brazilian Business Review** – São Paulo/SP 10(1): 49-80, 2013.

SERRA, R. G.; NAKAMURA, W. T. Is new Ibovespa the best investment option? **Revista Brasileira de Gestão de Negócios** – São Paulo/SP 18(59): 87-107, 2016.

SHARPE, W. F. Mutual Fund Performance. **The Journal of Business** – [S.l.] 39(1): 119-138, Jan. 1966.

SILVEIRA, H. P.; FAMÁ, R.; BARROS, L. A. B. C. Conceito de Taxa Livre de Risco e sua aplicação no Capital Asset Pricing Model: um estudo exploratório para o mercado brasileiro. In: Encontro Brasileiro de Finanças, X, 2010, São Paulo. *Anais...* São Paulo, EBFIn, 2010.

TOBIN, J. Liquidity preference as behavior towards risk. **Review of Economics Studies** – [S.l.] 26(1): 65-66, Feb. 1958.

THOME, C.; LEAL, R. P. C.; ALMEIDA, V. S. Um índice de mínima variância de ações brasileiras. **Economia Aplicada** – Ribeirão Preto/SP 15(4): 535-557, 2011.

VARGA, G. Índice de Sharpe e outros indicadores de performance aplicados a fundos de ações brasileiros. **Revista de Administração Contemporânea** – Curitiba/PR 5(3): 215-245, set./dez. 2001.

VILELLA, P. A.; LEAL, R. P. C. O desempenho de fundos de renda fixa e o índice de renda de mercado (IRF-M). **RAE-eletrônica** – São Paulo/SP 7(1): Art. 2, jan./jun. 2008.

ZANINI, F. A. M.; FIGUEIREDO, A. C. As teorias de carteira de Markowitz e de Sharpe: uma aplicação no mercado brasileiro de ações entre julho/95 e junho/2000. **Revista de Administração Mackenzie** – São Paulo/SP 6(2): 37-64, 2005.