

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

VÍTOR MACIEL RODRIGUES

**CONSTRUÇÃO DE CARTEIRAS DE INVESTIMENTO EFICIENTES PARA O REGIME
PRÓPRIO DE PREVIDÊNCIA SOCIAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

Orientador: Frank Magalhães de Pinho

BELO HORIZONTE
2023

VÍTOR MACIEL RODRIGUES

**CONSTRUÇÃO DE CARTEIRAS DE INVESTIMENTO EFICIENTES PARA O REGIME
PRÓPRIO DE PREVIDÊNCIA SOCIAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

Monografia apresentada ao Departamento de Estatística do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Atuariais.

Orientador: Frank Magalhães de Pinho

RESUMO

O Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) é um dos pilares da previdência social no Brasil. O RPPS é específico para os servidores públicos concursados, titulares de cargo efetivo. De filiação obrigatória, garante aos segurados benefícios como aposentadoria e pensão por morte. Até a publicação da Emenda Constitucional nº 103/2019, cada ente público da federação (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) podia estabelecer seu regime de previdência dos servidores ativos e inativos e dos pensionistas, observando o equilíbrio financeiro e atuarial. As aplicações financeiras são norteadas por regulamentação específica. Os limites, vedações se baseiam na Resolução CMN n.º 4.963/2021 e Portaria MTP n.º 1.487/2022 que definem aplicações em renda fixa, renda variável e imóveis. Entretanto, a meta atuarial, (IPCA+6% ao ano) que representa o percentual mínimo de rentabilidade do Plano para que este consiga arcar com seus compromissos, era atingida por meio de ativos de renda fixa emitidos pelo governo, que pagavam altas taxas de juros no curto prazo. Diante deste cenário, o objetivo deste trabalho foi estimar, considerando os investimentos e aplicações financeiras do RPPS do município de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, o portfólio de mínima variância e o portfólio tangente de acordo com a teoria das carteiras otimizadas de Markowitz e atualizar os resultados obtidos em Viana (2017), de modo a obter carteiras com mais rentabilidade que as utilizadas até então. Os resultados esperados foram alcançados, pois indicaram que as carteiras geradas seguindo o Método de Markowitz alcançam melhores resultados financeiros e impactam positivamente o Regime Próprio de Previdência Social do município de Belo Horizonte.

Palavras-chave: Alocação de recursos, Carteira Eficiente, Investimentos, Previdência Social, RPPS.

LISTA DE SIGLAS

BH - Belo Horizonte

BHPREV - Fundo Previdenciário

CDI - Certificado de Depósito Interbancário

CMN - Conselho Monetário Nacional

DRAA - Demonstrativo de Resultados da Avaliação

Atuarial EC - Emenda Constitucional

FUFIN - Fundo Financeiro

MPS - Ministério da Previdência Social

RF - Renda Fixa

RGPS - Regime Geral de Previdência

Social RPPS - Regime Próprio de

Previdência Social

RV - Renda Variável

TPF - Título Público Federal

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas do Plano BHPrev (2020 a 2022)	25
Tabela 2 - Estatísticas Descritivas do Plano FUFIN (2020 a 2022)	26
Tabela 3 - Resumo dos Limites do Segmento de Renda Fixa	27
Tabela 4 - Resumo dos Limites dos Segmento de Renda Variável, Investimentos Estruturados e Imobiliário	28
Tabela 5 - Resumo dos Limites dos Segmento de Investimento no Exterior e Empréstimo Consignado	28
Tabela 6 - Rentabilidade Anual obtida pelos fundos de investimentos do RPPS de BH	35
Tabela 7 - Ganho utilizando o Portifólio de Mínima Variância	37
Tabela 8 - Ganho utilizando o Portifólio Tangente	37
Tabela 9 - Impacto financeiro das carteiras otimizadas	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - A fronteira Eficiente	18
Gráfico 2 - A carteira de Mínima Variância	19
Gráfico 3 - A carteira tangente	20
Gráfico 4 - Evolução da carteira de investimentos em renda fixa no RPPS de BH	31
Gráfico 5 - Evolução da carteira de investimentos em renda variável no RPPS de BH	32
Gráfico 6 - Abertura da carteira de investimentos em renda variável no RPPS de BH nos anos de 2020 e 2021	33
Gráfico 7 - Abertura da carteira de investimentos em renda variável no RPPS de BH no ano de 2022	34
Gráfico 8 - Portifólio de Mínima Variância	35
Gráfico 9 - Portifólio Tangente	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	Contextualização.....	8
1.2	Objetivos	11
1.3	Estrutura.....	11
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1	A Previdência no Brasil	12
2.2	Legislação atinente ao RPPS.....	12
2.3	Investimentos no RPPS	14
2.4	Teoria de Markowitz	15
2.4.1	Portfólio de Mínima Variância	19
2.4.2	Portfólio Tangente	20
3	METODOLOGIA	22
3.1	Coleta dos dados	22
3.2	O RPPS de Belo Horizonte	23
3.2	Dos limites de aplicação.....	27
3.3	Estimação do Portfólio de Variância Mínima e do Portfólio Tangente.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
4.1	Caracterização da carteira de investimentos	31
4.2	Estimação do Portfólio de Variância Mínima e do Portfólio Tangente.....	35
4.3	Recálculo dos resultados dos Planos quando se utilizam das carteiras eficientes estimadas.....	36
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) é um dos pilares da previdência social no Brasil. O RPPS é específico para os servidores públicos concursados, titulares de cargo efetivo. De filiação obrigatória, garante aos segurados benefícios como aposentadoria e pensão por morte.

Até a publicação da Emenda Constitucional nº 103/2019, que veda a instituição de novos regimes próprios, cada ente público da federação (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) podia estabelecer seu regime de previdência dos servidores ativos e inativos e dos pensionistas, observando o equilíbrio financeiro e atuarial.

O RPPS do município de Belo Horizonte, objeto de estudo deste trabalho, foi criado, segundo *site*¹ da prefeitura, em 1937 por meio do Decreto 127/37. Em 2011, por meio da Lei Municipal 10.362/11 houve reestruturação no regime de previdência do Município, que é gerido pela Secretaria Municipal Adjunta de Gestão Previdenciária.

Na estruturação do RPPS existem dois importantes componentes:

- a. Passivo Atuarial: Obrigações do plano (pagamento de aposentadoria e pensão);
- b. Ativo: que representa os investimentos que serão utilizados para saldar o valor do passivo atuarial. Assim, os investimentos rentáveis são necessários para a solvência e o equilíbrio do Plano de Previdência.

Ou seja, o passivo atuarial representa as obrigações futuras do sistema de previdência, estimando os valores a serem desembolsados para o pagamento de benefícios aos segurados ao longo do tempo. Essa estimativa é realizada por meio de análises atuariais, que levam em consideração variáveis como taxas de mortalidade, crescimento salarial e expectativas de inflação. Assim, pode-se dizer que o passivo atuarial é uma projeção das responsabilidades financeiras que o sistema previdenciário terá que cumprir no futuro.

¹ https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/planejamento/gestao-previdenciaria/cartilha_previdenciaria_2023.pdf

Por outro lado, o ativo atuarial refere-se ao conjunto de investimentos, aplicações financeiras e recursos destinados a financiar as obrigações previdenciárias. Tais recursos se originam, primariamente, das contribuições dos servidores. Os ativos contribuem com 14% sobre a folha de remuneração, os aposentados e pensionistas, também, com 14% sobre a parcela dos proventos que excedem o teto do RGPS e o Ente com 22% sobre a folha de remuneração. Uma gestão eficiente do ativo atuarial envolve a definição de políticas de investimentos que busquem a maximização de retornos compatíveis com os riscos aceitáveis, a diversificação da carteira de investimentos para mitigar riscos e a constante monitorização do desempenho desses investimentos. O ativo atuarial, portanto, representa a capacidade do sistema previdenciário em acumular recursos ao longo do tempo para fazer frente às suas obrigações futuras. Os dois componentes são importantes pois balizam os resultados em busca da boa gestão financeira e atuarial, conforme regulamentado na Ementa Constitucional 41/2003, que trata da preservação do equilíbrio financeiro e atuarial dos regimes de previdência.

Os regimes financeiros são métodos de financiamento do Plano de Benefícios, ou seja, visam a garantia do cumprimento das obrigações assumidas pelos planos de benefícios de previdência. No Brasil, existem três diferentes tipos: Regime Financeiro de Repartição Simples, Regime Financeiro de Capitalização e Regime Financeiro de Repartição de Capitais de Cobertura.

Segundo a Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), em seu site², o Regime de Financiamento de Repartição Simples é a estrutura técnica em que as contribuições pagas por todos os participantes do plano, em um determinado período, deverão ser suficientes para pagar os benefícios decorrentes dos eventos ocorridos nesse período. Já no Regime Financeiro de Capitalização as contribuições são determinadas de modo a gerar receitas capazes de, capitalizadas durante o período de cobertura, produzir montantes equivalentes aos valores atuais dos benefícios a serem pagos aos beneficiários no respectivo período.

Por fim, no Regime Financeiro de Repartição de Capitais de Cobertura, temos que as contribuições pagas por todos os participantes do plano, em um determinado período,

² <https://www.gov.br/susep/pt-br/planos-e-produtos/previdencia-complementar-aberta>

deverão ser suficientes para constituir as provisões matemáticas de benefícios concedidos, decorrentes dos eventos ocorridos neste período.

Em relação aos investimentos do RPPS, segundo Ferreira (2010), um ponto ainda pouco explorado pela literatura sobre o tema se refere à eficiência da alocação dos recursos dos RPPS por parte de seus gestores. Em um ambiente de juros reais altos em renda fixa, como observado no país até recentemente, os gestores dos RPPS podem terminar por negligenciar retornos superiores, contentando-se em buscar o alcance da meta de 6% ao ano, em termos reais.

As aplicações financeiras são norteadas por regulamentação específica. Os limites, vedações se baseiam na Resolução CMN n.º 4.963/2021 e Portaria MTP n.º 1.487/2022 que definem aplicações em renda fixa, renda variável e imóveis. Apesar das diretrizes gerais, cada ente estabelece sua própria alocação dos ativos em sua Política de Investimentos, documento anual no qual constam informações, por exemplo, sobre as metas de rentabilidade previstas no exercício e a estruturação da carteira.

Entretanto, apesar da elevada concentração de investimentos no segmento de renda fixa, ainda há a medida de incerteza. Assim, segundo Mariângela Pinho:

Se há riscos nas decisões financeiras que os RPPS deverão tomar, para aplicar os seus recursos preferencialmente a longo prazo, se o ambiente em que estão inseridos é de alta incerteza, é imprescindível a utilização de produtos que tornem mais benéficas a relação risco versus retorno.(2006, p.14)

Soma-se a essa incerteza, o processo de transição demográfica, que de acordo com Foz (2021), trata-se do processo histórico de transição do equilíbrio entre uma mortalidade e natalidade elevadas e instáveis nas sociedades chamadas “tradicionais” para um padrão supostamente moderno de níveis baixos e mais estáveis de ambas as componentes da dinâmica demográfica.

Desta forma, visando a rentabilidade necessária aos ativos financeiros, é de comum interesse a estimação, através do Portfólio de Mínima Variância e do Portfólio Tangente, de carteiras eficientes tal qual propostas por Markowitz (1952).

Viana (2017), através do método da seleção de carteiras de Markowitz, estudou a alocação eficiente dos recursos do RPPS do Município de Belo Horizonte considerando os anos de 2014, 2015 e 2016. Os resultados apontaram que as carteiras ótimas atingiram a meta atuarial, sendo que, tanto o portfólio tangente quanto o portfólio de mínima variância, apresentaram ganho em relação ao portfólio utilizado pelos gestores do RPPS do município.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é analisar se os investimentos e aplicações financeiras do RPPS do Município de Belo Horizonte são os mais eficientes possíveis ou apenas suficientes para cumprir a meta atuarial, considerando os anos de 2020, 2021 e 2022.

Para isso, serão construídos o portfólio de mínima variância e o portfólio tangente, de acordo com a teoria das carteiras otimizadas de Markowitz, considerando os limites legais dados pela legislação. A partir destes resultados, será feito o recálculo dos investimentos utilizando as carteiras construídas e análise do impacto de sua utilização. Além disso, buscase, também, atualizar os resultados obtidos em Viana (2017).

1.3 Estrutura

Esta monografia está dividida em cinco seções, contando esta introdução. Na segunda seção, analisa-se o sistema previdenciário brasileiro, sua regulamentação e a teoria de estimação de carteira proposta por Markowitz. Na terceira seção apresenta-se a metodologia de trabalho com a coleta e tratamento dos dados. Na quarta seção discute-se os resultados e suas implicações. E, finalmente, na quinta e última seção apresentam-se as considerações finais do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Previdência no Brasil

O sistema previdenciário brasileiro é composto por diferentes regimes que visam prover a proteção social aos cidadãos, com destaque para o Regime Geral de Previdência Social (RGPS) e os Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS). Esses regimes têm como finalidade assegurar renda aos indivíduos em momentos específicos, como a aposentadoria, a invalidez, a maternidade, a pensão por morte, entre outros eventos.

O RGPS abrange a maior parte da população brasileira e é administrado pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), que é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Previdência Social. Conforme o Artigo 201 da Carta Magna, é de caráter contributivo e de filiação obrigatória, observados critérios que preservem o equilíbrio financeiro e atuarial.

O RPPS, por sua vez, é específico para os servidores públicos concursados, titulares de cargo efetivo. De filiação obrigatória, garante aos segurados benefícios como aposentadoria e pensão por morte. Assim, o RPPS do município de Belo Horizonte é regido pela Lei n. 10.362/1.

Os Regimes Próprios de Previdência Social recebem esse nome porque são sistemas previdenciários próprios e específicos para os servidores públicos vinculados aos órgãos e entidades da administração pública direta, autárquica e fundacional. Em outras palavras, cada ente federativo (União, Estados, Municípios e Distrito Federal) tinha, até a Emenda Constitucional nº 103/2019, a autonomia para instituir seu próprio regime de previdência social para os seus servidores.

Entretanto, conforme a EC nº 103/2019, está vedada a instituição de novos regimes próprios de previdência social, lei complementar federal estabelecerá, para os que já existam, normas gerais de organização, de funcionamento e de responsabilidade em sua gestão.

2.2 Legislação atinente ao RPPS

O Regime Próprio de Previdência Social, conforme dispõe Lima e Guimarães (2009) com base no artigo 40 da Constituição Federal, é de filiação obrigatória, possui caráter

contributivo, permite a constituição de fundo integrado de bens, direitos e ativos e funciona como um seguro para utilização nas situações de risco social e benefícios programados. O RPPS destina-se exclusivamente aos servidores públicos e militares titulares de cargos efetivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios e garante, pelo menos, os benefícios de aposentadoria e pensão.

Não há obrigatoriedade, por parte dos entes federativos, de adesão ao RPPS. Muitos municípios não instituíram o regime até a EC nº 103/2019, os titulares de cargos efetivos desses municípios são vinculados obrigatoriamente ao Regime Geral de Previdência Social (RGPS).

A primeira alteração no artigo 40 da Constituição Federal de 1988 foi a imposta pela Emenda Constitucional nº 03, de 17 de março de 1993 que considerou, no artigo 40, o princípio contributivo para os regimes próprios dos servidores públicos, pois instaurou que as aposentadorias e pensões seriam custeadas com os recursos provenientes da União e das contribuições dos servidores.

O art. 40 da CF foi novamente alterado em 1998, com a criação da Emenda Constitucional 20, de 15 de dezembro de 1998. Foi com essa nova redação do art. 40 que o legislador estabeleceu a necessidade de preservar o equilíbrio financeiro e atuarial dos regimes próprios de previdência social. Entre as principais alterações da EC nº 20/1998, destaca-se a ampliação do caráter contributivo para os RPPS estaduais e municipais, considerando que a abrangência se limitava apenas aos servidores federais. Com isso foram definidas novas exigências para concessão de aposentadorias voluntárias para os servidores, além de uma definição da forma de custeio. (PEREIRA, 2022)

A Emenda Constitucional nº 41, de 2003, também trouxe mais alterações para o sistema previdenciário. Por meio dela, foi instituído o caráter solidário, e determinou o custeio dos benefícios dos inativos mediante a contribuição dos servidores ativos, inativos, pensionistas e do respectivo ente público (CASTRO E LAZZARI, 2019). Os percentuais de contribuição foram fixados na Medida provisória nº 167, de 19 de fevereiro de 2004 a qual foi convertida na Lei nº 10.887 de 2004.

Além disso, tem-se também a retirada do direito a integralidade e paridade entre os servidores ativos e inativos, ou seja, os servidores que ingressassem a partir de dezembro de 2003, não poderiam mais ter o valor benefício de aposentadoria de acordo com a

remuneração que recebiam no cargo público e o reajuste da sua aposentadoria seria praticado de acordo com leis específicas. Com o advento desta Emenda, as regras de aposentadoria para os servidores públicos se assemelharam com as regras de aposentadoria para os trabalhadores vinculados ao regime geral. (VIANA, 2017)

Por fim, destaca-se a Emenda Constitucional nº 103/2019. O caput do art. 40, por exemplo, apresentou uma alteração quanto ao custeio, identificando que a contribuição para a previdência social será realizada pelo ente federativo, os servidores ativos, os aposentados e os pensionistas, preservando o equilíbrio financeiro e atuarial. (BRAGA, 2020). Além disso, conforme discutido em subtópico anterior, foi vedada a instituição de novos regimes próprios de previdência social.

2.3 Investimentos no RPPS

A resolução nº 3.922/2010 do Conselho Monetário Nacional (CMN) é a regulamentação que estipula os limites das aplicações financeiras do RPPS. Alterações posteriores foram introduzidas pela CMN nº 4.392/2014. Segundo a Política de Investimento do RPPS de BH, a estratégia de investimentos tem como ponto central o respeito às condições de segurança, à rentabilidade, à solvência e à liquidez dos ativos financeiros.

A meta atuarial, (IPCA+6% ao ano) que representa o percentual mínimo de rentabilidade do Plano para que este consiga arcar com seus compromissos, era atingida por meio de ativos de renda fixa emitidos pelo governo, que pagavam altas taxas de juros no curto prazo. Tão logo se vislumbrou uma queda de taxa de juros no Brasil, acendeu-se um alerta sobre a necessidade de se buscar títulos federais que ainda pagam taxas acima da meta atuarial, com vencimentos que se aliam mais ao perfil de longo prazo dos RPPS e indexados a um índice de inflação (SILVA, 2015).

Assim, a queda no patamar das taxas de juros de renda fixa, importante fonte de receitas para o RPPS, tem tornado a busca pelo equilíbrio financeiro e atuarial desses Planos uma tarefa ainda mais desafiadora. Se, de um lado, poderá não haver mais a alta rentabilidade aliada ao baixo risco de crédito dos títulos de renda fixa emitidos pelo governo, por outro, as obrigações atuariais de uma população que vive com mais qualidade de vida e, conseqüentemente, maior expectativa lançam os fundos de previdência em um grande

desafio: manter a saúde financeira advinda desta mudança estrutural na relação ativo versus passivo (PINTO JÚNIOR, 2010).

Bertucci, Souza e Félix (2006) corroboram o ponto que, em função das altas taxas de juros, o investimento exclusivo no segmento em renda fixa atendia às necessidades atuariais dos regimes de previdência, ao ressaltarem que o segmento de renda fixa é suficiente para garantir o cumprimento das metas atuariais. Entretanto, é importante destacar que, ao se considerar a gestão em longo prazo, incorrer em mais risco pode ser tanto oportuno como imperativo ao se vislumbrar o forte declínio das taxas de juros reais no Brasil. Por isso mesmo, Bertucci, Souza e Felix (2006) já atentam sobre a necessidade de se encontrarem alternativas à renda fixa no caso brasileiro, devido à perspectiva de queda dos juros (FERREIRA, 2010).

Bogoni e Fernandes (2011) analisaram a gestão de risco nas atividades de investimentos dos RPPS dos municípios do Rio Grande do Sul, com o objetivo de examinar as práticas de riscos adotadas pelos gestores dos RPPS de forma a assegurar a proteção e o equilíbrio financeiro e atuarial. Em sua pesquisa, os autores evidenciaram que a grande maioria dos gestores, por não possuírem conhecimento técnico necessário, aplicam seus recursos em investimentos de baixo risco, preocupando-se apenas em atingir os requisitos mínimos estabelecidos pela legislação, mesmo com opções de investimentos que possam trazer maiores retornos. (VIANA, 2017)

2.4 Alocação Eficiente

O trabalho desenvolvido por Harry Markowitz em 1952 revolucionou o estudo de finanças no que diz respeito à análise de carteiras de investimento. À época, a alocação de recursos ocorria, de acordo com o pensamento dominante, concentrando-se nos ativos que ofereciam os maiores retornos esperados. Entretanto, Markowitz demonstrou que é possível obter combinações mais eficientes de alocação de recursos, através de uma melhor relação entre retorno esperado e risco incorrido, por meio do investimento em diferentes categorias de ativos que são negativamente correlacionados um com o outro, reduzindo os riscos existentes em um portfólio. (VIANA, 2017)

As decisões financeiras, não são tomadas em um ambiente de total certeza, assim, adicionamos o fator risco quando estudamos as operações financeiras. Podemos, então,

definir o risco como a capacidade de se mensurar o estado de incerteza de uma decisão mediante o conhecimento das probabilidades associadas à ocorrência de determinados resultados ou valores. No mercado financeiro, podemos dizer que é a medida de variação dos possíveis retornos de um ativo. (ASSAF NETO, 2014)

Se tratando de risco de ativos, podemos diferenciar o sistemático e o não sistemático. O risco sistemático (ou conjuntural) é intrínseco, segundo Neto (2014), a todos os ativos negociados no mercado, sendo determinado por eventos de natureza política, econômica e social. Não há como se evitar totalmente o risco sistemático, sendo indicada a diversificação da carteira de ativos como medida preventiva para redução desse risco. Já o risco não sistemático (ou diversificável), é identificado nas características do próprio ativo, não se alastrando aos demais ativos da carteira. É um risco intrínseco, próprio de cada investimento realizado, e sua eliminação de uma carteira é possível pela inclusão de ativos que não tenham correlação positiva entre si.

As premissas fundamentais, segundo Zanini (2005), assumidas para a constituição da base do que passou a se chamar de A Moderna Teoria de Portfólios - MTP - foram as seguintes:

1) os investidores avaliariam as carteiras apenas com base no retorno esperado e no desvio padrão dos retornos sobre o horizonte de tempo de um período;

2) os investidores seriam avessos ao risco. Se instados a escolher entre duas carteiras de mesmo retorno, sempre escolheriam o de menor risco;

3) os investidores estariam sempre insatisfeitos em termos de retorno. Instados a escolher entre duas carteiras de mesmo risco, sempre escolheriam a de maior retorno;

4) seria possível dividir continuamente os ativos, ou seja, ao investidor seria permitido comprar mesmo frações de ações;

5) existiria uma taxa livre de risco, à qual o investidor tanto poderia emprestar quanto tomar emprestado;

6) todos os impostos e custos de transação seriam considerados irrelevantes;

7) todos os investidores estariam de acordo em relação à distribuição de probabilidades das taxas de retorno dos ativos. Isto significa que somente existiria um único conjunto de carteiras eficientes.

Com base nessas premissas, Markowitz (1952) apresentou seu modelo matemático que determina as duas imprescindíveis características de uma carteira: seu retorno esperado e sua variância. Da primeira, tem-se que seu retorno esperado é a média ponderada dos retornos dos ativos individuais que compõe a carteira. Veja a seguir:

$$\overline{Rp} = \sum_{i=1}^N R_i * W_i$$

No qual:

\overline{Rp} : retorno esperado do portfólio;

R_i : retorno esperado do ativo i;

W_i : peso (proporção) do ativo i no portfólio;

N : número total de ativos no portfólio;

Para todos os portfólios compostos por ativos com correlação entre -1 e 1 usa-se a fórmula de Markowitz.

A segunda característica de uma carteira é seu risco, que é medido pela variância.

Assim:

$$V(R) = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N a_i a_j \sigma_{ij}$$

No qual:

$V(R)$: Variância do Retorno da Carteira;

a_i : Percentual investido no ativo i;

a_j : Percentual investido no ativo j;

σ_{ij} : Covariância dos ativos i e j.

Desta forma, segundo Viana (2017), apesar do retorno esperado de uma carteira ser a média ponderada dos retornos individuais, o mesmo não pode ser considerado para a variância ou risco da carteira. De acordo com o modelo de Markowitz (1952) a variância da carteira depende da covariância entre os pares de ativos, a qual por sua vez, não depende apenas da volatilidade dos componentes individuais, mas da correlação entre ativos. Sendo assim, quando dois ou mais ativos que são pouco relacionados compõem uma carteira de investimentos é possível conseguir um risco menor que a média ponderada dos riscos

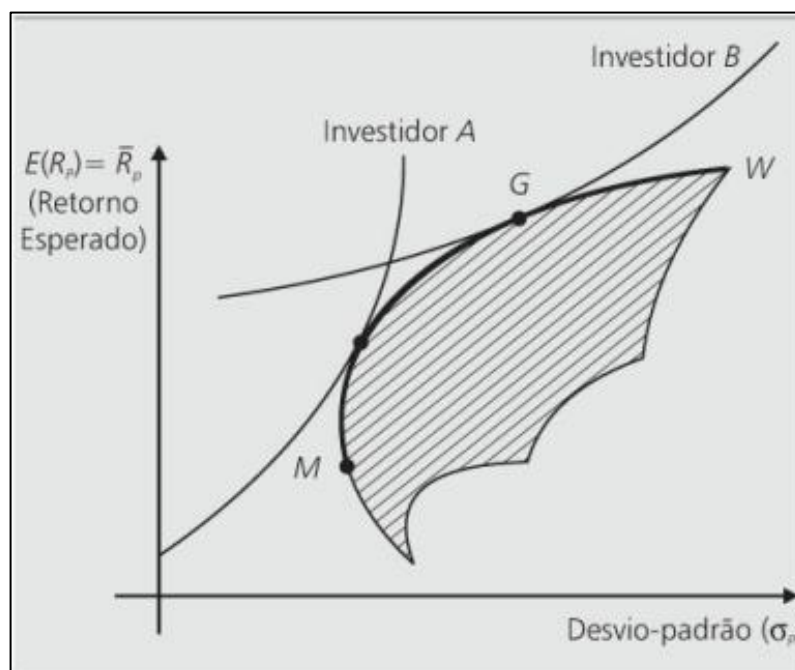
individuais. Então, investidores podem determinar todas as carteiras “ótimas”, através da relação entre risco e retorno, formando-se assim a fronteira eficiente.

Podemos descrever, segundo Neto (2014), a fronteira eficiente como o melhor conjunto de carteiras possíveis de serem construídas. Ela delinea as opções que oferecem o máximo retorno para um dado nível de risco ou o mínimo risco para um dado nível de retorno. Assim, os investidores se concentrariam na seleção de uma melhor carteira na fronteira eficiente e ignorariam as demais consideradas inferiores. Desta forma, o portfólio ideal para o investidor está na curva da fronteira eficiente, pois ele encontrará a melhor carteira com o menor risco em relação as suas expectativas.

Podemos concluir, então, que busca-se a maximização do retorno esperando dado um nível aceitável de risco, pois o método de escolha consiste no equilíbrio entre retorno-risco da carteira. Veja-se explicação de Assaf Neto (2014) sobre a Fronteira Eficiente:

O Gráfico 1 ilustra as preferências de dois investidores (A e B) diante de carteiras dispostas na fronteira eficiente. As curvas de indiferença traçadas refletem diferentes posturas perante o risco. Diante do mesmo conjunto de oportunidades, o investidor A seleciona uma carteira de ativos de menor risco que B. Em razão dessa postura mais conservadora (maior aversão ao risco), o retorno prometido para A é menor que o esperado por A. (NETO, 2014)

Gráfico 1 – A fronteira Eficiente

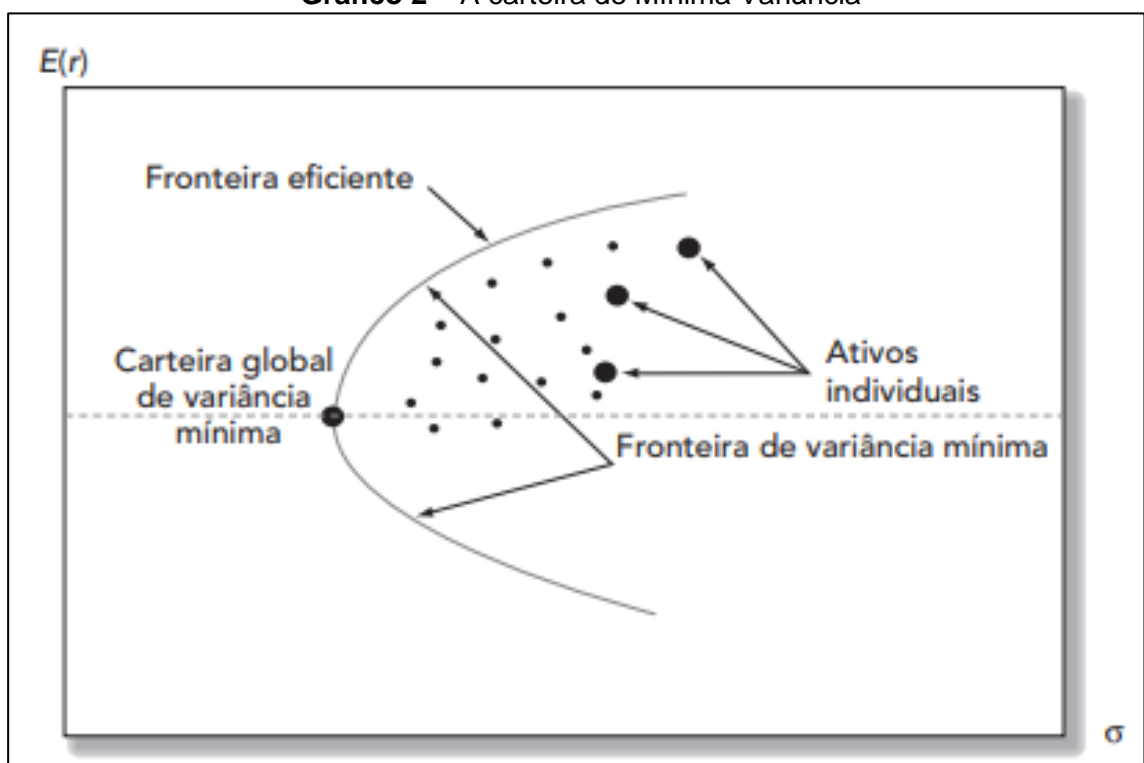


Fonte: Imagem retirada do livro “Mercado Financeiro”, Assaf Neto, 2014.

2.4.1 Portfólio de Mínima Variância

No portfólio de Mínima Variância (PMV), segundo Viana (2017) tem-se o caso específico do modelo de otimização por média-variância de Markowitz no qual o parâmetro de aversão ao risco do investidor, assume um valor que tende ao infinito (SANTOS, 2010) e assim, o objetivo da carteira otimizada para o PMV é minimizar o risco do investidor, dado um nível de retorno. Este portfólio é mais recomendado para gestores conservadores visto que preza pela minimização do risco.

Gráfico 2 – A carteira de Mínima Variância



Fonte: Imagem retirada do livro “Investimentos”, Bodie, 2010.

Segundo Bodie (2010), todas as carteiras situadas na fronteira de variância mínima partindo da carteira global de variância mínima para cima proporcionam as melhores combinações risco-retorno e, portanto, são candidatas à carteira ótima de títulos. A parte da fronteira situada acima da carteira global de variância mínima, portanto, é chamada fronteira eficiente de ativos de risco. Para qualquer carteira situada na parte inferior da fronteira de variância mínima, existe uma, com o mesmo desvio-padrão e um retorno esperado maior,

posicionada diretamente acima dela. Conseqüentemente, a parte inferior da fronteira de variância mínima é ineficiente

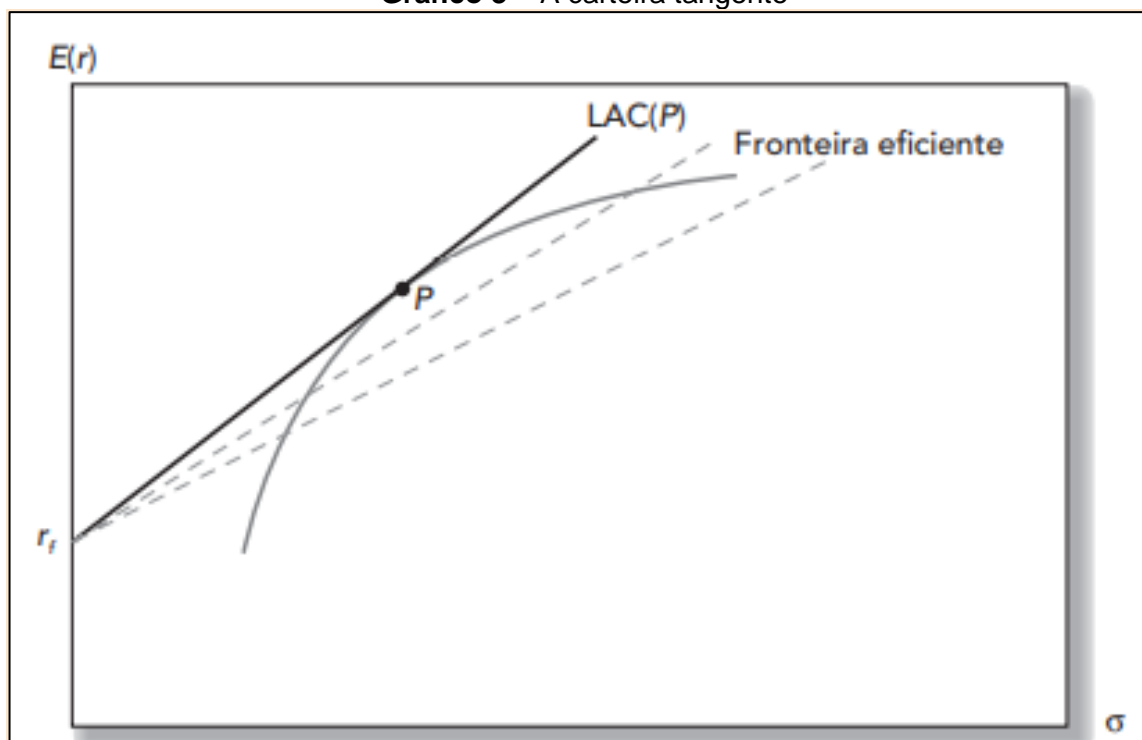
2.4.2 Portfólio Tangente

O portfólio tangente (PT) é, como o nome sugere, tangente à fronteira eficiente e superior a todas as outras curvas. Aqui, tem-se a inclusão de um ativo livre de risco como possibilidade de investimento. Assim, segundo Bodie (2010), procura-se a linha de alocação de capital com o maior índice de retorno de volatilidade (ou seja, com a inclinação mais íngreme), veja-se em gráfico 3.

Desta forma, tem-se a junção entre o ativo livre de risco e a carteira tangente, que possui maior índice de Sharpe, em proporções definidas pelo investidor, de acordo com o nível de risco desejado.

Conforme Martellini (2008) os pesos do portfólio tangente são facilmente obtidos pela ponderação dos elementos resultantes da multiplicação matricial da inversa da matriz de covariância e do vetor de retornos em excesso dos ativos.

Gráfico 3 – A carteira tangente



Fonte: Imagem retirada do livro “Investimentos”, Bodie, 2010.

No qual:

- LAC(P) é a linha de alocação de capital com base na taxa de juros livre de risco;
e
- P carteira ótima.

Sendo que a LAC sustentada pela carteira ótima, P, tangencia a fronteira eficiente. Essa linha predomina sobre todas as linhas alternativas viáveis (as linhas tracejadas desenhadas atravessando a fronteira). A carteira P, portanto, seria a carteira ótima de títulos de risco (BODIE, 2010).

3 METODOLOGIA

Nesta seção será apresentado o método utilizado na realização deste trabalho. Para isto, apresenta-se o RPPS de BH, que é o material de estudo. Além disso, expõe-se o procedimento de coleta de dados, bem como a construção das carteiras e os resultados alcançados.

3.1 Coleta dos dados

Os dados utilizados a fim de alcançar os objetivos deste trabalho foram coletados em dois sites: Prefeitura de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais e do Sistema de Informações dos Regimes Públicos de Previdência Social (CADPREV). As informações sobre as aplicações financeiras do RPPS de BH, no site da Prefeitura, foram extraídas por meio de consulta ao site da Prefeitura de Belo Horizonte, por meio da secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão e da subsecretaria de Gestão Previdenciária e da Saúde do Segurado.

Os dados da Prefeitura estão organizados mensalmente e para a análise foram selecionados os anos de 2020, 2021 e 2022 totalizando 36 meses. Além disso, a rentabilidade dos fundos por tipo de classe foi coletada através do site da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) por meio do link Consulta Consolidada de Fundo. Destaca-se que foram considerados apenas os fundos que apresentaram rentabilidade de janeiro/2020 até dezembro/2022.

Entretanto, as informações detalhadas sobre as aplicações financeiras só compreendem o período de janeiro/2020 a março/2021. Nos anos subsequentes, os dados estão agrupados por classes de ativos.

Para satisfazer a necessidade dos dados subdivididos por ativos, foi usado o site do CADPREV por meio do link Consultas Públicas das Aplicações e Investimentos. Os dados são organizados mensalmente. Aqui, os dados também são organizados mensalmente e foram coletados de março/2021 a dezembro/2022.

Para a estimação das carteiras ótimas, tanto o portfólio de Mínima Variância quanto o Portfólio Tangente, do método de Markowitz, utilizamos o software de planilhas Microsoft Excel.

Para caracterização do RPPS de BH utilizou-se o Demonstrativo de Resultados da Avaliação Atuarial (DRAA) disponível no site da Prefeitura de BH, assim como os demonstrativos contábeis. Escolheu-se o município de Belo Horizonte por se tratar de uma capital em que este estudo já foi realizado previamente e devido ao acesso aos dados.

3.2 O RPPS de Belo Horizonte

Segundo a Política de Investimento do RPPS de BH, disponível no site da Prefeitura, os principais instrumentos legais instituídos para a organização e funcionamento da estrutura do RPPS do Município de Belo Horizonte são:

- **Lei 10.362/2011:** que reestrutura o RPPS-BH e dá outras providências.
- **Lei 11065/2017:** Altera o caput dos artigos 107 e 110 da Lei 10.362/2011.
- **Lei 11.104/2018:** Altera a Lei n.º 10.362/11, que reestrutura o RPPS-BH e dá outras providências.
- **Lei 11.144/2018:** Altera a Lei n.º 10.362/11, uniformiza as regras de incorporação e reajuste de vantagens relativas às aposentadorias e pensões pagas pelo Regime Próprio de Previdência Social dos Servidores Públicos do Município de Belo Horizonte e dá outras providências.
- **Lei 11.279/2020:** Altera a Lei n.º 10.362/11, e dá outras providências. Portaria SMPL 009/2014: Dispõe sobre a criação do Comitê de Investimentos do RPPS-BH e a aprovação do seu Regimento Interno.
- **Portaria SMPL 012/2016:** Altera o Anexo Único da Portaria SMPL n.º 009, mudando basicamente a composição do Comitê de Investimentos (COINV) do RPPS-BH e as exigências para nomeação dos membros.
- **Portaria SMPL 007/2017:** Altera o Anexo Único da Portaria SMPL n.º 009, mudando basicamente a composição do Comitê de Investimentos (COINV) do RPPS-BH e as exigências para nomeação dos membros.

- **Portaria SMPOG 052/2020:** Dispõe sobre o Regimento Interno do Comitê de Investimentos do Regime Próprio de Previdência Social dos Servidores Públicos do Município de Belo Horizonte - COINV

Além disso, o RPPS de BH é dividido em dois fundos: FUFIN - Fundo Financeiro e BHPREV - Fundo Previdenciário. Essa diferenciação ocorreu com uma reestruturação do regime de previdência social através da lei municipal 10.362/11, de 30 de dezembro de 2011. Com isso, o Fundo Previdenciário BHPrev é composto pelos servidores admitidos a partir de 31 de dezembro de 2011, assim, o FUFIN é destinado aos servidores que estavam no Plano antes da referida data.

Em redação dada pela Portaria MPS nº 403/2008 em seu artigo 2º, tem-se a seguinte definição do regime financeiro:

***XXI** - Plano Financeiro: sistema estruturado somente no caso de segregação da massa, onde as contribuições a serem pagas pelo ente federativo, pelos servidores ativos e inativos e pelos pensionistas vinculados são fixadas sem objetivo de acumulação de recursos, sendo as insuficiências aportadas pelo ente federativo, admitida a constituição de fundo financeiro;*

Já no regime previdenciário, temos a seguinte redação:

***XX** - Plano Previdenciário: sistema estruturado com a finalidade de acumulação de recursos para pagamento dos compromissos definidos no plano de benefícios do RPPS, sendo o seu plano de custeio calculado atuarialmente segundo os conceitos dos regimes financeiros de Capitalização, Repartição de Capitais de Cobertura e Repartição Simples e, em conformidade com as regras dispostas nesta Portaria;*

De acordo com Viana (2017), o FUFIN e o BHPrev, em conformidade com o disposto no artigo 23 da Portaria MPS nº 402/2008, prevê a concessão dos seguintes benefícios:

Quanto ao segurado:

- Aposentadoria por invalidez;
- Aposentadoria compulsória;
- Aposentadoria voluntária integral;
- Aposentadoria voluntária proporcional;
- Aposentadoria especial de professor;
- Aposentadoria especial ao segurado portador de deficiência, ou que exercia atividades de risco ou sob condições que prejudiquem a saúde ou a sua integridade física;
- Licença para tratamento de saúde e por motivo de acidente em serviço;
- Abono família;
- Licença-maternidade.

Quanto aos dependentes:

- Pensão por morte;
- Auxílio-reclusão.

Seguem abaixo algumas estatísticas do BHPrev e FUFIN, retiradas no DRAA do ano de 2022. Em Tabela 1, tem-se os dados do BHPrev:

Tabela 1- Estatísticas Descritivas do Plano BHPrev (2020 a 2022)

Informação	2020	2021	2022
Quantidade de Segurados Ativos	12.026	12.230	12.183
Quantidade de Aposentados	39	58	74
Quantidade de Pensionistas	28	34	55
Média da Base de Cálculo dos Segurados Ativos	3.126,25	3.569,81	3.903,22
Média do Valor do Benefício dos Aposentados	1.616,84	1.951,96	2.133,62
Média do Valor do Benefício dos Pensionistas	1.989,39	2.099,01	1.908,34
Idade Média dos Segurados Ativos	40,99	41,97	42,94
Idade Média dos Aposentados	52,08	52,12	53,77
Idade Média dos Pensionistas	38,18	41,50	35,96
Idade Média Projetada Para Aposentadoria	56,35	56,37	56,35

Fonte: Elaboração do autor com dados do DRAA de 2022

Já os dados do FUFIN são apresentados em Tabela 2:

Tabela 2 - Estatísticas Descritivas do Plano FUFIN (2020 a 2022)

Informação	2020	2021	2022
Quantidade de Segurados Ativos	19.976	19.921	18.453
Quantidade de Aposentados	16.029	16.419	16.824
Quantidade de Pensionistas	3.045	3.014	3.014
Média da Base de Cálculo dos Segurados Ativos	5.106,58	5.498,62	3.014,00
Média do Valor do Benefício dos Aposentados	5.004,45	5.295,04	3.014,00
Média do Valor do Benefício dos Pensionistas	3.188,01	3.348,95	5.933,99
Idade Média dos Segurados Ativos	48,64	49,35	5.580,57
Idade Média dos Aposentados	66,88	67,33	3.490,55
Idade Média dos Pensionistas	68,45	69,42	50,03
Idade Média Projetada Para Aposentadoria	57,58	58,05	67,81

Fonte: Elaboração do autor com dados do DRAA de 2022

Em comparação com os resultados apresentados por Viana (2017) a quantidade de segurados ativos do Plano BHPPrev cresceu 35,17% saindo de 9.013 para 12.183. Entretanto, a quantidade de aposentados é muito pequena. Isso se explica dado que o plano em questão está em vigência há apenas 12 anos.

Em contrapartida, a quantidade de segurados ativos do Plano FUFIN decresceu 28% saindo de 25.613 para 18.453 segurados ativos. Já a quantidade de aposentados, como era de se esperar, cresceu. Segundo a base do DRAA de 2022 já são 16.824 aposentados no plano, o que representa um aumento de 36,6% em comparação com o ano de 2016.

Analisando a Média da Base de Cálculo dos Segurados Ativos, a Média do Valor do Benefício dos Aposentados e a Média do Valor do Benefício dos Pensionistas, percebemos que o FUFIN possui valores maiores comparados ao BHPPrev. Isso pode ser explicado dado que os participantes estão a mais tempo no Plano, já que ele agrega os segurados que estavam no Plano anterior a lei 10.362/11 e, em razão disto, já tiveram seus salários reajustados ao longo do tempo.

A idade média dos segurados ativos para o ano de 2022 está cadastrada de forma equivocada no DRAA disponibilizado no site da prefeitura. Assim, a comparação se dará entre os anos de 2021 nos diferentes planos. Assim, vê-se que entre os segurados ativos a diferença é de pouco mais de 7 anos. Entre os aposentados, a diferença média de idade é de 15 anos e dos pensionistas, incríveis 27 anos. Ou seja, os segurados ativos do Plano FUFIN, corroborando o que foi dito anteriormente, são mais velhos. Da mesma forma os

aposentados e pensionistas do plano FUFIN tem idades bem superiores se comparados aos do Plano BHPrev.

Quanto aos investimentos, o FUFIN aplica seus recursos somente em investimentos no segmento de Renda Fixa. Tal conservadorismo pode ser explicado, segundo Viana (2017) pelo fato deste fundo não ter objetivo de acumulação de recursos, ter uma população já mais velha e próxima de receber seu benefício e seu Plano de custeio ser da modalidade Repartição Simples.

3.2 Dos limites de aplicação

Para estimar os portfólios eficientes, foram adotados os limites legais, que valem para ambos os Planos, conforme a Resolução CMN n.º 4.963/2021 e Portaria MTP n.º 1.487/2022, que seguem apresentados em Tabela 3, 4 e 5:

Tabela 3 – Resumo dos Limites do Segmento de Renda Fixa para ambos os Planos

Limites	Pela Resolução CMN n.º 4.963/2021 Nível II		Por Fundo de Investimento	Referente ao PL do Fundo de Investimento	Pelo RPPS-BH	
	Limite Ativo	Limite Bloco			Limite Ativo	Limite Bloco
Artigo 7º, I, a Títulos Públicos (TP)	Até 100%		Não se aplica	Não se aplica	Até 100%	
Artigo 7º, I, b Fundos 100% TPF/ETF						
Artigo 7º, I, c Fundos 100% TP “Livre”						
Artigo 7º, II Operações compromissadas lastreadas em TP	Até 5%		Não se aplica	Não se aplica	Até 5%	
Artigo 7º, III, a Fundos RF CVM	Até 70%	Até 70%	Até 20%	Até 15%	Até 70%	Até 70%
Artigo 7º, III, b Fundos 70% RF CVM (ETF)	Até 70%				Até 70%	
Artigo 7º, IV Ativos financeiros de RF de emissão com obrigação ou coobrigação de instituições financeiras (Lista BACEN)	Até 20%		Não se aplica	Não se aplica	Até 20%	
Artigo 7º, V, a FIDC Sênior	Até 10%	Até 25%	Até 20%	Até 5%	Até 10%	Até 25%
Artigo 7º, V, b RF Crédito Privado, V, b	Até 10%				Até 10%	
Artigo 7º, V, c Debentures Incentivadas	Até 10%				Até 10%	

Fonte: Política De Investimentos Do Regime Próprio De Previdência Social Dos Servidores Públicos Do Município De Belo Horizonte – RPPS-BH - Exercício de 2023

Tabela 4 - Resumo dos Limites dos Segmento de Renda Variável, Investimentos Estruturados e Imobiliário para ambos os Planos

Limites	Pela Resolução CMN n.º 4.963/2021 Nível II		Por Fundo de Investimento	Referente ao PL do Fundo de Investimento	Pelo RPPS-BH	
	Limite Ativo	Limite Bloco			Limite Ativo	Limite Bloco
Art. 8º, I, a Fundo de Ações CVM	Até 40%	Até 40%	Até 20%	Até 15%	Até 25%	Até 25%
Art. 8º, I, b Fundo de Ações CVM (ETF)	Até 40%				Até 25%	
Art. 10, I, a Fundos Multimercado	Até 10%				Até 10%	
Art. 10, I, b Fundos em Participações	Até 5%				Até 5%	
Art. 10, I, c Fundos de Ações – Mercado de Acesso	Até 5%				Até 5%	
Art. 11 Fundos Imobiliários	Até 10%				Até 10%	

Fonte: Política De Investimentos Do Regime Próprio De Previdência Social Dos Servidores Públicos Do Município De Belo Horizonte – RPPS-BH - Exercício de 2023

Tabela 5- Resumo dos Limites dos Segmento de Investimento no Exterior e Empréstimo Consignado para ambos os Planos

Limites	Pela Resolução CMN n.º 4.963/2021 Nível II	Por Fundo de Investimento	Referente ao PL do Fundo de Investimento	Pelo RPPS-BH
Art. 9º, I FIC e FIC FI - Renda Fixa - Dívida Externa	Até 10%	Até 20%	Até 15%	Até 10%
Art. 9º, II FIC - Aberto - Investimento no Exterior				
Art. 9º, III Fundos de Ações - "BDR Nível I"				
Art. 12 Empréstimo Consignado				
Limites	Pela Resolução CMN n.º 4.963/2021 Nível II	Por Fundo de Investimento	Referente ao PL do Fundo de Investimento	Pelo RPPS-BH
Art. 11 Fundos Imobiliários	Até 10%	Não se aplica	Não se aplica	Até 10%

Fonte: Política De Investimentos Do Regime Próprio De Previdência Social Dos Servidores Públicos Do Município De Belo Horizonte – RPPS-BH - Exercício de 2023

3.3 Estimação do Portfólio de Variância Mínima (PVM) e do Portfólio Tangente (PT)

Para estimação do PMV e do PT, utilizando-se os segmentos previstos na CMN n.º 4.963/2021 e Portaria MTP n.º 1.487/2022 e considerando seus limites legais, apresenta-se a seguir os procedimentos de cálculo do PVM e PT.

Para o cálculo da carteira de mínima variância, utilizou-se os dados de retornos mensais dos ativos aplicados de janeiro de 2020 a dezembro de 2022 que foram modelados através do software EXCEL. Os passos posteriores para se obter a carteira de mínima variância estão descritos à seguir:

- 1) Estimar os parâmetros iniciais (retornos esperados e variância de cada ativo). Tais parâmetros serão estimados pelo retorno médio mensal e variância histórica mensal do período (2020 a 2022), conforme as fórmulas:

$$E(R_a) = \sum_{i=1}^n \frac{R_{ai}}{n}$$

$$\sigma_a^2 = \sum_{i=1}^n \frac{R_a - (E(R_a))^2}{n - 1}$$

Em que:

$E(R_a)$ = Retorno esperado de a;

R_a = Retorno de a no período i;

n = número total de períodos;

σ_a^2 = variância de a.

- 2) Calcular a matriz de covariâncias:

$$VAR(R) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sigma_{ij} X_i X_j$$

Sendo que:

$VAR(R)$ = variância esperada da carteira;

σ_{ij} = covariância do ativo i com o j ;

X_i = proporção investida no ativo i .

- 3) Calcular a inversa da matriz de covariâncias ($n \times n$);
- 4) Multiplicar a inversa por um vetor unitário ($n \times 1$);
- 5) Ponderar a carteira pela participação das variâncias de cada ativo até completar 100%;
- 6) Chega-se ao portfólio de mínima variância (PMV).

No processo acima descrito, não há restrição ao modelo. Entretanto, os pesos incluídos em cada carteira devem obedecer a legislação vigente.

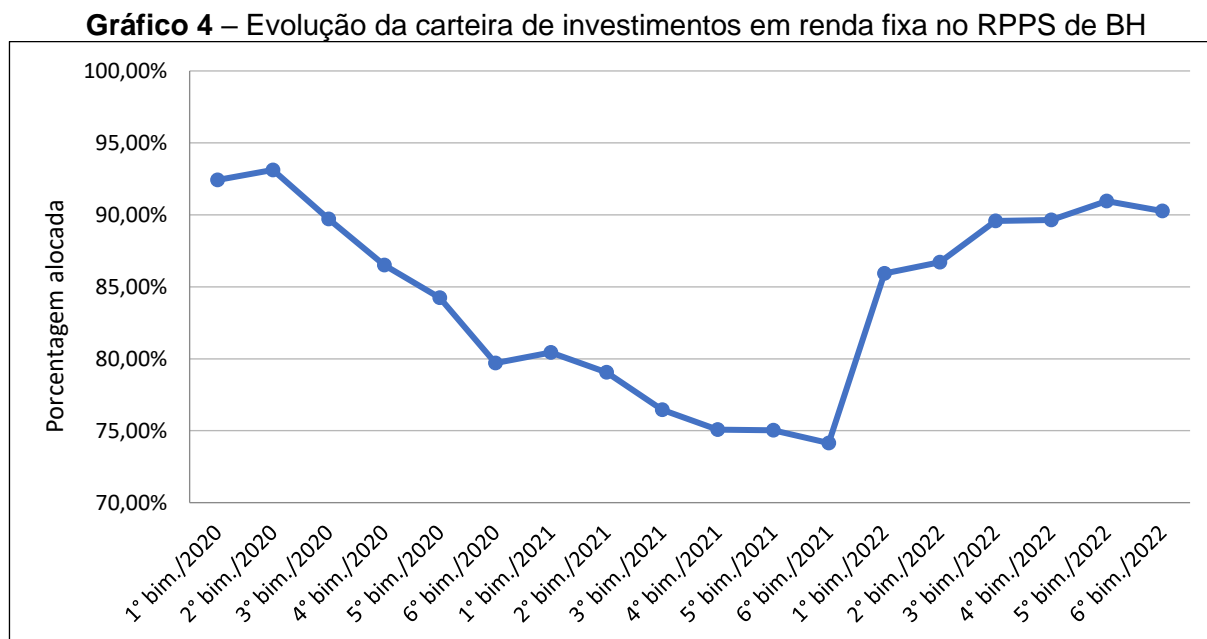
Para o cálculo do portfólio tangente, selecionamos os ativos a serem incluídos no modelo, considerando as disposições dadas pela legislação. Após a seleção, partimos para o processo da construção da carteira pelo método matemático, que consiste, basicamente no mesmo processo de cálculo do PMV, mas há uma diferenciação em (4), pois, aqui, utiliza-se o vetor de prêmio de risco ao invés do vetor unitário ($n \times 1$). Para esse propósito, calculou-se a variância e a matriz de covariância de cada classe de ativo. Após esta fase iniciou-se a resolução da metodologia de Markowitz tentando maximizar o retorno a uma dada variância. Com essas informações, e observando as restrições legais, seleciona-se a melhor alocação em cada ativo de forma a maximizar o retorno da carteira.

Por fim, faz-se o recálculo dos resultados do Plano de acordo com as carteiras eficientes. Os valores aplicados em cada fundo de investimento, dados coletados no balanço contábil do fundo, foram multiplicados pela rentabilidade anual do respectivo fundo, chegando, assim, ao ganho real obtido no período de janeiro/2020 a dezembro/2022. De modo a comparar os ganhos obtidos utilizando o percentual da carteira otimizada, substituiu-se as rentabilidades obtidas pelo RPPS de BH por rentabilidades médias representativas de cada uma das classes de ativos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da carteira de investimentos

Os Gráficos 4 e 5 apresentam a evolução da alocação dos investimentos do RPPS do município de BH nos principais segmentos de aplicação, Renda Fixa e Renda Variável:

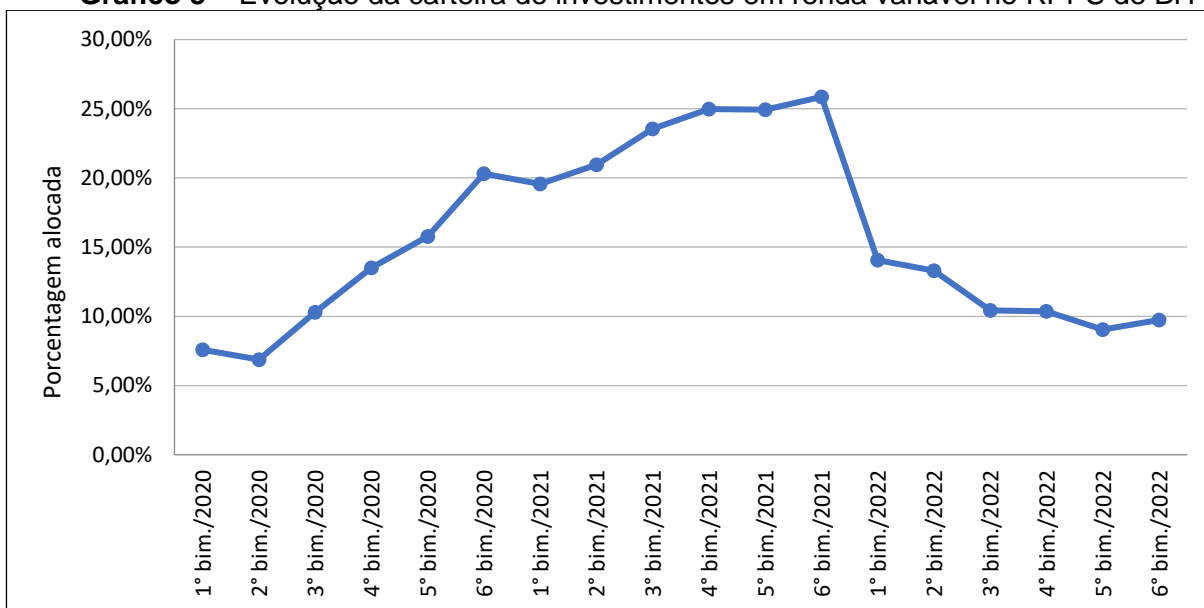


Fonte: Elaborado pela autor com base nos Consolidados da Prefeitura de BH e do CADPREV do 1º bim/2020 ao 6ºbim/2022

Em comparação com os resultados encontrados por Viana (2017), observa-se que houve uma queda na porcentagem de aplicações no segmento de Renda Fixa, já que no estudo evidenciou-se que, até o 3º bimestre de 2015, a carteira consolidada apresentava 100,00% de seus recursos alocados em Renda Fixa.

A renda variável, apresentada no gráfico 5, do 6º bimestre de 2020 ao 6º bimestre de 2021, representou mais de 20% de toda alocação de recursos. O menor nível apresentado foi 6,88% no 2º bimestre de 2020. Entretanto, após o maior valor, 25,86%, houve abrupta queda, fechando o período analisado em 9,74%.

Gráfico 5 – Evolução da carteira de investimentos em renda variável no RPPS de BH



Fonte: Elaborado pela autor com base nos Consolidados da Prefeitura de BH e do CADPREV do 1º bím/2020 ao 6ºbím/2022

As aplicações serão classificadas neste trabalho de acordo com suas classes. Abaixo, estão as classes de 2020 e 2021:

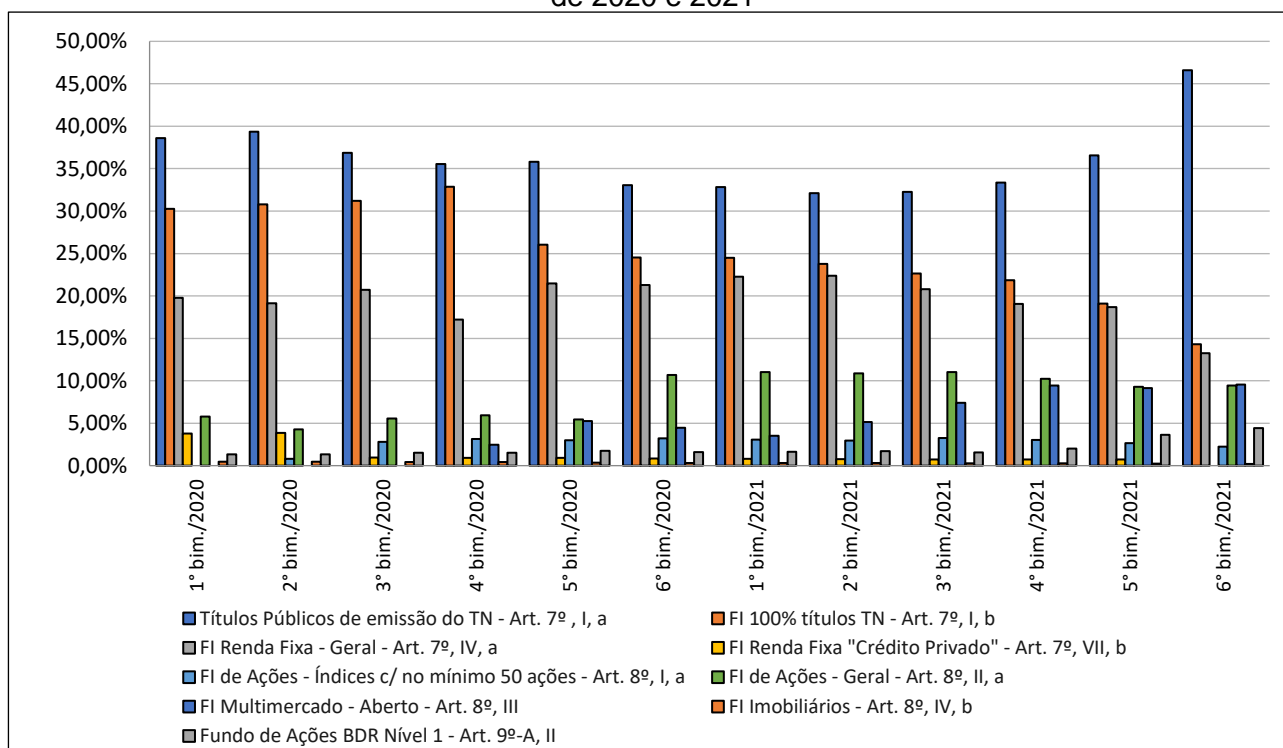
- FI 100% títulos TN - Art. 7º, I, b;
- FI Renda Fixa - Geral - Art. 7º, IV, a;
- FI Renda Fixa "Crédito Privado";
- FI de Ações - Índices c/ no mínimo 50 ações - Art. 8º, I, a;
- FI de Ações - Geral - Art. 8º, II, a;
- FI Multimercado - Aberto - Art. 8º, III.

Em gráfico 6, tem-se as classes de ativos quem compõe o RPPS de BH em 2020 e 2021. Já em 2022 em decorrência de alterações dadas pela Resolução CMN n.º 4.963/2021 e Portaria MTP n.º 1.487/2022, as classes de ativos foram alteradas, conforme mostrado em gráfico 7. Assim, alguns ativos foram mantidos respeitando-se prazos e limites dados na própria Resolução. Além disso, esses ativos foram realocados seguindo outra nomenclatura da classe de ativos, conforme apresentado abaixo:

- Títulos Públicos de Emissão do Tesouro Nacional - SELIC - Art. 7º, I, a;
- Fundos de Investimento - 100% Títulos Públicos SELIC - Art. 7º, I, b;

- Fundos de Investimento em Renda Fixa - Geral - Art. 7º, III, a;
- Fundos de Investimento em Ações - Art. 8º, I;
- Fundos de Investimento em Ações - BDR Nível I - Art. 9º, III;
- Fundos de Investimento Multimercado (FIM) - Art. 10, I;
- Fundos de Investimento Imobiliário (FII) - Art. 11

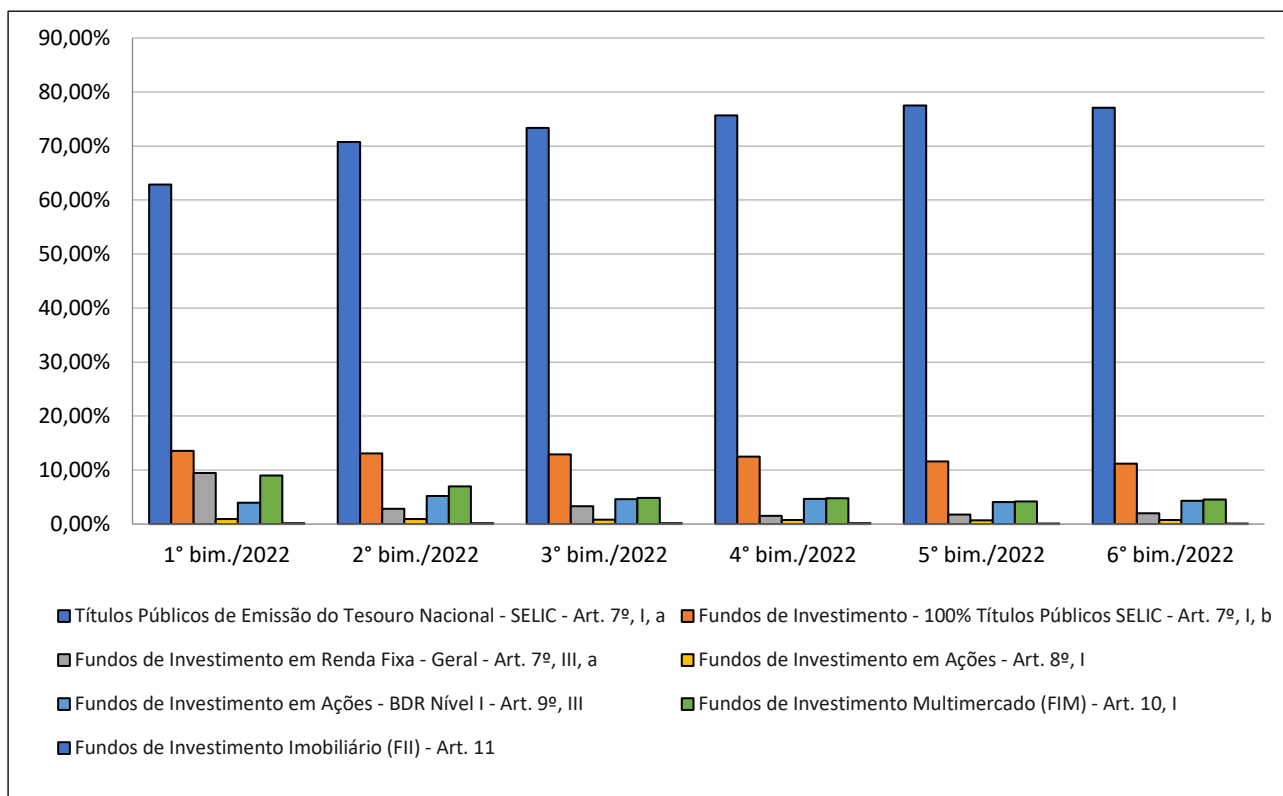
Gráfico 6 – Abertura da carteira de investimentos em renda variável no RPPS de BH nos anos de 2020 e 2021



Fonte: Elaborado pela autor com base nos Consolidados da Prefeitura de BH e do CADPREV do 1º bimestre/2020 ao 6º bimestre/2022

Vê-se, em gráficos 6 e 7, que as aplicações em Renda Fixa compõem mais de 70% da carteira de investimentos no período analisado. Como apresentado anteriormente por Ferreira, et. al (2010), isto ocorre devido ao ambiente de juros reais altos em renda fixa. Em cenários de taxas de juros reduzidas o gestor obriga-se a buscar alternativas que contemplem ativos de renda variável (BERTUCCI, SOUZA & FELIX, 2006).

Gráfico 7 – Abertura da carteira de investimentos em renda variável no RPPS de BH no ano de 2022



Fonte: Elaborado pela autor com base nos Consolidados da Prefeitura de BH e do CADPREV do 1º bim/2020 ao 6ºbim/2022

Segundo Viana (2017) para mercados como o brasileiro, com altas taxas de juros, como é possível perceber historicamente pela taxa SELIC e a taxa das operações interbancárias (CDI), o mercado de renda fixa passaria a garantir o cumprimento das metas atuariais (BERTUCCI, SOUZA, FÉLIX, 2006, p. 8-9).

Para a geração dos portfólios otimizados foram usados os seguintes fundos:

- FI 100% títulos TN - Art. 7º, I, b ;
- FI Renda Fixa - Geral - Art. 7º, IV, a;
- FI Renda Fixa "Crédito Privado";
- FI de Ações - Índices c/ no mínimo 50 ações - Art. 8º, I, a;
- FI de Ações - Geral - Art. 8º, II, a;
- FI Multimercado - Aberto - Art. 8º, III.

As rentabilidades das classes de ativos estão demonstradas em Tabela 6:

Tabela 6 - Rentabilidade Anual obtida pelos fundos de investimentos do RPPS de BH

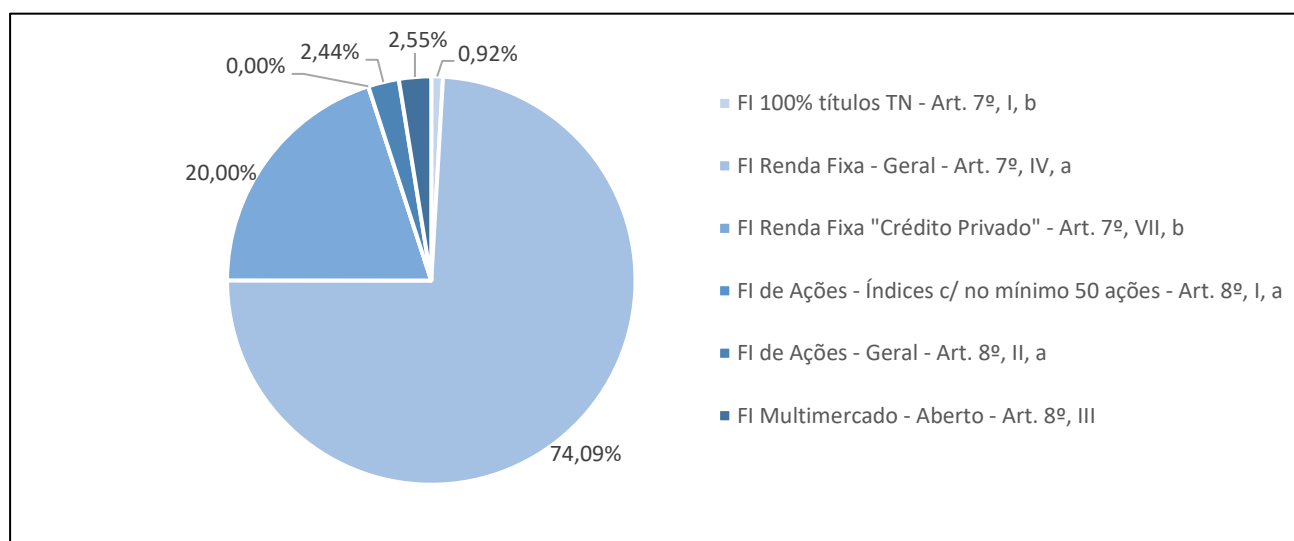
Classe de Ativo	Rentabilidade anual			
	2020	2021	2022	Média dos 3 anos
FI 100% títulos TN - Art. 7º, I, b	7,97%	2,47%	8,36%	6,27%
FI Renda Fixa - Geral - Art. 7º, IV, a	2,35%	4,54%	8,57%	5,16%
FI Renda Fixa "Crédito Privado"	2,16%	5,04%	12,69%	6,63%
FI de Ações - Índices c/ no mínimo 50 ações - Art. 8º, I, a	16,39%	-22,13%	-0,90%	-2,21%
FI de Ações - Geral - Art. 8º, II, a	5,80%	-4,76%	0,00%	0,35%
FI Multimercado - Aberto - Art. 8º, III	15,32%	28,99%	-10,18%	11,38%

Fonte: Elaboração do autor com base nos dados extraídos da CVM

4.2 Estimação do Portfólio de Variância Mínima e do Portfólio Tangente

O portfólio de Mínima Variância e o Portifólio Tangente, apresentados em gráfico 8 e 9, respectivamente, foram calculados apenas para o Plano BHPrev pois a fronteira eficiente de Markowitz considera ativos de risco. Como o plano FUFIN aloca 100% de seus recursos em Renda Fixa, a estimação não estaria adequada ao caso.

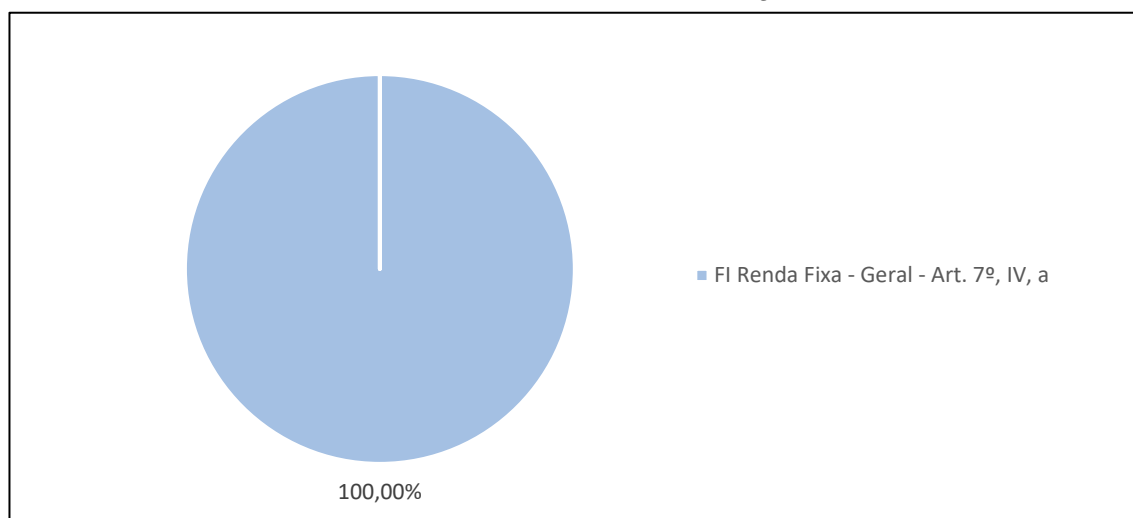
Gráfico 8 – Portifólio de Mínima Variância



Fonte: Elaboração do autor (2023)

A alocação do percentual investido para o Portifólio de Mínima Variância, gráfico 8, na Renda Fixa representa pouco mais de 95% de todo recurso. Já no Portifólio Tangente, gráfico 9, 100% do valor está alocado na classe FI Renda Fixa - Geral - Art. 7º, IV, a. O baixo risco que o segmento da renda fixa proporciona é uma possível explicação para o alto nível de aplicação financeira recomendada. Esta tese foi previamente discutida na revisão da literatura.

Gráfico 9 – Portfólio Tangente



Fonte: Elaboração do autor (2023)

4.3 Recálculo dos resultados dos Planos quando se utilizam das carteiras eficientes estimadas

O valor aplicado foi calculado multiplicando a totalidade das aplicações em investimentos nos segmentos de renda fixa e renda variável pelo percentual alocado na carteira otimizada no Excel. O ganho foi calculado multiplicando o valor aplicado pela rentabilidade anual, que substituiu-se as rentabilidades obtidas pelo RPPS por rentabilidades médias de cada classe de ativos.

Adotando a carteira otimizada para o Plano BHPrev, tem-se que o ganho com o Portfólio de Mínima Variância foi de R\$ 72.664.357,34, conforme Tabela 7, e com o Portfólio Tangente foi de R\$ 68.089.641,62, segundo Tabela 8. Assim, considerando o nível de retorno obtido, tem-se que o PMV é preferível ao PT.

Além disto, ao concentrar os investimentos em apenas um fundo, como feito no portfólio tangente, o princípio de diversificação dos recursos não é respeitado e, ocorrendo eventuais mudanças no mercado, todo o seu capital está exposto a um mesmo risco.

Tabela 7 – Ganho utilizando o Portifólio de Mínima Variância

Portifólio de Mínima Variância				
Classe de Ativo	Valor Aplicado	Rentabilidade média anual	Percentual alocado	Ganho
FI 100% títulos	R\$ 12.149.913,89	6,27%	0,92%	R\$ 761.344,17
FI Renda Fixa	R\$ 978.464.261,13	5,16%	74,09%	R\$ 50.447.615,47
FI RF "Crédito Privado"	R\$ 264.128.562,86	6,63%	20,00%	R\$ 17.511.723,72
FI de Ações - Índices c/ no mínimo 50 ações	R\$ -	-2,21%	0,00%	R\$ -
FI de Ações - Geral	R\$ 32.223.684,67	0,35%	2,44%	R\$ 112.248,67
FI Multimercado	R\$ 33.676.391,77	11,38%	2,55%	R\$ 3.831.425,31
Total				R\$ 72.664.357,34

Fonte: Elaboração do autor com base nos dados extraídos da CVM

Tabela 8 - Ganho utilizando o Portifólio Tangente

Portifólio Tangente				
Classe de Ativo	Valor Aplicado	Rentabilidade média anual	Percentual alocado	Ganho
FI 100% títulos	R\$ -	6,27%	0,00%	R\$ -
FI Renda Fixa	R\$ 1.320.642.814,32	5,16%	100,00%	R\$ 68.089.641,62
FI Renda Fixa "Crédito Privado"	R\$ -	6,63%	0,00%	R\$ -
FI de Ações - Índices c/ no mínimo 50 ações	R\$ -	-2,21%	0,00%	R\$ -
FI de Ações - Geral	R\$ -	0,35%	0,00%	R\$ -
FI Multimercado	R\$ -	11,38%	0,00%	R\$ -
Total				R\$ 68.089.641,62

Fonte: Elaboração do autor com base nos dados extraídos da CVM

Tabela 9 – Impacto financeiro das carteiras otimizadas

Impacto das carteiras otimizadas					
		Real		PMV	PV
Total	R\$	62.410.097,62	R\$	68.089.641,62	R\$ 72.664.357,34

Fonte: Elaboração do autor com base nos dados extraídos da CVM, balanços contábeis e recálculos de investimentos

O percentual ganho utilizando a carteira otimizada pode ser explicado pelos baixos retornos que os ativos das classes de renda variável proporcionaram ao RPPS de BH.

Assim, conclui-se como Viana (2017):

Conforme Santos (2017), em que pese as críticas apresentadas à Teoria de Markowitz, estudos mostram que mesmo após 50 anos a mesma continua sendo válida e usual. Cassettari (2001, p. 70-83) comparou a Teoria de Markowitz com um modelo que continha distribuições hiperbólicas e o conceito de Value at Risk (VAR), demonstrando que o risco do portfólio não difere significativamente entre as duas metodologias, mesmo que a composição da carteira seja diferente em algumas situações. Outros estudos, como o de Arfux (2004, p. 55) e Bach et al. (2015, p. 35) confirmam que a Teoria de Markowitz continua sendo base para determinar a composição eficiente das carteiras analisadas.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha como objetivo estimar o Portifólio de Mínima Variância e o Portifólio Tangente conforme teorizado por Markowitz (1952), para os investimentos do RPPS do Município de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais. Para isso, foram utilizados os dados de investimentos dos anos de 2020, 2021 e 2022 disponíveis nos sites da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e do CADPREV. As rentabilidades foram extraídas no site da CVM e as demonstrações contábeis também no site da Prefeitura.

Dada a necessidade de retorno e de segurança necessárias às aplicações financeiras do Município, a carteira de investimentos é composta em grande parte por investimentos no segmento de renda fixa. Além disso, segundo a revisão de literatura, as rentabilidades atingidas nos segmentos de renda fixa são capazes de atingir a meta atuarial.

O risco inerente a aplicações em renda variável justifica o baixo percentual alocado no segmento. Segundo Viana (2017), como o pagamento dos benefícios ocorrem mensalmente, a política de investimentos deve atender-se para as necessidades de liquidez do Plano que podem ser comprometidas pela volatilidade numa possível liquidação de ativos em renda variável.

O portfólio tangente estimado assumiu a alocação total dos investimentos em FI Renda Fixa, tanto considerando os limites macros da legislação vigente, quanto os limites específicos por ativo. O portfólio de Variância Mínima estimado considerando apenas os limites determinados pela Resolução CMN n.º 4.963/2021 e Portaria MTP n.º 1.487/2022, alocou 74,09% em FI Renda Fixa, 20% em FI Renda Fixa "Crédito Privado", 2,55% em FI Multimercado e 2,44% em FI de Ações.

Os portfólios estimados atingiram a meta atuarial, cumprindo o objetivo estabelecido por gestores de RPPS e o portfólio de variância mínima se mostrou mais rentável que o portfólio tangente.

Entretanto, uma das limitações deste trabalho foi o período de análise. Para que a construção das carteiras otimizadas fosse mais precisa e trouxesse informações mais robustas em relação aos investimentos em renda variável a se alocar os recursos financeiros, os dados deveriam abranger maior período de tempo. Para trabalhos futuros, sugere-se a que o período de análise seja mais longo, de modo que os segmentos de renda

variável sejam melhores aproveitados, respeitando as limitações impostas pela legislação vigente.

REFERÊNCIAS

Belo Horizonte, **Lei Municipal 10.362, de 29 de dezembro de 2011**. Reestrutura o Regime Próprio de Previdência Social dos Servidores Públicos do Município de Belo Horizonte - RPPS - e dá outras providências. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/planejamento/lei-10362-atual-_1.pdf>

Brasil, **Lei 9.717, de 27 de novembro de 1998**. Dispõe sobre regras gerais para a organização e o funcionamento dos regimes próprios de previdência social dos servidores públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, dos militares dos Estados e do Distrito Federal e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 28/11/1998, Página 1

Brasil, **Lei 10.887, de 18 de junho de 2004**. Dispõe sobre a aplicação de disposições da Emenda Constitucional no 41, de 19 de dezembro de 2003, altera dispositivos das Leis nos 9.717, de 27 de novembro de 1998, 8.213, de 24 de julho de 1991, 9.532, de 10 de dezembro de 1997, e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 21/6/2004, Página 1

Brasil, **Emenda Constitucional 03, de 17 de março de 1993**. Altera os artigos 40, 42, 102, 103, 155, 156, 160, 167 da Constituição Federal. Diário do Congresso Nacional - Seção 1 - 9/11/1991, Página 22444

Brasil, **Emenda Constitucional 20, de 15 de dezembro de 1998**. Modifica o sistema de previdência social, estabelece normas de transição e dá outras providências. Diário do Congresso Nacional - 16/12/1998, Página 16337

Brasil, **Emenda Constitucional 41, de 19 de dezembro de 2003**. Modifica os arts. 37, 40, 42, 48, 96, 149 e 201 da Constituição Federal, revoga o inciso IX do § 3 do art. 142 da Constituição Federal e dispositivos da Emenda Constitucional nº 20, de 15 de dezembro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 31/12/2003, Página 1

Brasil, **Resolução CMN 3.922, de 25 de novembro de 2010**. Dispõe sobre as aplicações dos recursos dos regimes próprios de previdência social instituídos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal ou por Municípios. Disponível em: <<https://www.gov.br/previdencia/pt-br/outros/imagens/2018/12/RESOLUCAO-BC-CMN-no-3.922-de-25nov2010-atualizada-ate-30nov2018.pdf>>

Brasil, **Resolução CMN 4.392, de 19 de dezembro de 2014**. Altera a Resolução nº 3.922, de 25 de novembro de 2010, que dispõe sobre as aplicações dos recursos dos regimes próprios de previdência social instituídos pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Disponível em: <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2014/12/RESOLU%C3%87%C3%83O-BC-CMN-n%C2%BA-4.392-de-19dez2014-altera-RS-3922.pdf>>

Brasil, **Emenda Constitucional nº 103/2019**. Altera o sistema de previdência social e estabelece regras de transição e disposições transitórias. Diário Oficial da União de 13/11/2019, p. 1, col. 1.

Brasil, **Resolução CMN nº 4.963, de 25 de novembro de 2021**. Dispõe sobre as aplicações dos recursos dos regimes próprios de previdência social instituídos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios. Diário Oficial da União de 29/11/2021, edição 223, seção 1, página 390.

Brasil, **Portaria MTP nº 1.467, de 02 junho de 2022**. Disciplina os parâmetros e as diretrizes gerais para organização e funcionamento dos regimes próprios de previdência social dos servidores públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, em cumprimento à Lei nº 9.717, de 1998, aos arts. 1º e 2º da Lei nº 10.887, de 2004 e à Emenda Constitucional nº 103, de 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/rpps/legislacao-dos-rpps/portarias/copy_of_PortariaMTPn1.467de02jun2022Atualizadaat28jun20231.pdf>

ARFUX, Gustavo Antonio Baur. **Gerenciamento de riscos na comercialização de energia elétrica com uso de instrumentos derivativos: uma abordagem via teoria de portfólios de Markowitz**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.

BACH, Tatiana Marceda et al. **Eficiência das Companhias Abertas e o Risco versus Retorno das Carteiras de Ações a partir do Modelo de Markowitz**. Revista Evidenciação Contábil & Finanças. 2015.

BERTUCCI, Luiz Alberto et al. **Gerenciamento de risco de fundos de pensão no Brasil: alocação estratégica ou simples foco na meta atuarial?** Revista Economia & Gestão. 2006

BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS Alan J.; **Investimentos**. 2010.

CADPREV - **Sistema de Informações dos Regimes Públicos de Previdência Social**. Disponível em: <<http://cadprev.previdencia.gov.br/Cadprev/faces/pages/index.xhtml>>. Acessado em: 18 de agosto de 2023.

CASSETTARI, Ailton. **Uma forma alternativa para alocação ótima de capital em carteiras de risco**. Revista de Administração da Universidade de São Paulo. 2001.

CASTRO, Carlos Alberto. P. de; LAZZARI, João Batista. **Manual de Direito Previdenciário**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2019. 9788530988715. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788530988715/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

CASTRO, Lucas Ferreira de. **Estratégia de Composição de Carteira Ótima de Fundos de Investimento para os Regimes Próprios de Previdência Social com base na Seleção de Portfólio de Markowitz**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Ceará – UFC. 2014.

CVM – **Comissão de Valores Mobiliários. Fundos de Investimentos Registrados**.

Disponível em: < <http://sistemas.cvm.gov.br/?fundosreg> >. Acessado em: 25 de setembro de 2023

FERREIRA, Afonso Henrique Borges et al. **A alocação de recursos dos regimes próprios de previdência social tem sido eficiente?** Revista Economia & Gestão. 2010.

FOZ, Grupo de. **Métodos Demográficos: uma visão desde os países de língua portuguesa.** 2021.

INSS - Instituto Nacional do Seguro Social. Disponível em :< <https://www.gov.br/pt-br/orgaos/instituto-nacional-do-seguro-social> >
Acessado em 25 de novembro de 2023

LEHMKUHL, Rafael Francisco de Avila. **Construção de um Portfólio de Investimentos com base nas premissas do Investidor.** Centro Socioeconômico - Universidade Federal De Santa Catarina. 2022

LIMA, Diana Vaz de. **Contabilidade Aplicada aos Regimes Próprios de Previdência Social.** Brasília: MPS. 2009.

LIMA, Diana Vaz de; OLIVEIRA, Fernando Vitor; SILVA, César Augusto Tibúrcio. **Efeito da taxa de desconto na sustentabilidade dos regimes próprios da previdência social.** 2012.

MARKOWITZ, Harry Max. **"Portfolio Selection."** Journal of Finance, USA, 1952.

MARTELLINI, Lionel. **"Toward the design of better equity benchmarks: Rehabilitating the tangency portfolio from modern portfolio theory."** The Journal of Portfolio Management, v. 34, n. 4, p. 34-41, 2008.

MPS - Ministério da Previdência Social. **Previdência no Serviço Público.** Disponível em:
< <http://www.previdencia.gov.br/regimes-proprios/> >. Acessado em: 15 de outubro de 2023.

PEREIRA, Carlos Leadson. **O Histórico do Regime Próprio De Previdência Social do Estado Do Rio Grande Do Norte e a reforma da previdência - N° 20/2020.** Centro De Ciências Exatas E Da Terra - Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. 2021.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. Gestão Previdenciária Municipal. Disponível em:<
http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=gestaoprevidenciaria&tax=25427&lang=pt_BR&pg=9442&taxp=0& >
Acessado em: 16 de agosto de 2023.

PINHO, Mariangela Mendes Lomba et al. **Governança corporativa como instrumento para redução do risco financeiro nos fundos de pensão**. 2006.

PINTO JÚNIOR, Luiz Gonzaga. **Coletânea de Artigos sobre tábuas de mortalidade, taxas de juros e métodos de financiamento. Impacto da Taxa de Juros nos Fundos de Pensão**. Secretaria de Previdência Complementar. Brasília, DF, 2007.

POA < **Prefeitura de Porto Alegre**. Disponível em: <

<https://prefeitura.poa.br/previmpa/regimes-financeiros-reparticao-simples-e-capitalizado>>

Acesso em: 22 de novembro de 2023

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; D. JORDAN, Bradford D. **Fundamentos de administração financeira**. 2013.

SANTOS, André Alves Portela. **“The Out-of-sample performance of robust portfolio optimization.”** Revista Brasileira de Finanças. 2010.

SANTOS, Sandra Isaelle Figueiredo dos. **Perspectivas de adoção de modelos de Asset And Liability Management (ALM) em regimes próprios de previdência social**. 2017.

SILVA, Sabrina Amélia De Lima E. **Avaliação da eficácia dos modelos de Asset Liability Management E Liability Driven Investment para um fundo de pensão brasileiro**. Faculdade De Ciências Econômicas - Universidade Federal De Minas Gerais. 2015.

SHARPE, William Forsyth. **"Capital Asset Prices, A Theory of Market Equilibrium"**, Journal of Finance, September, 1964.

TRINTINALIA, Clemente; SERRA, Ricardo Goulart. **Estudo sobre a otimização de uma carteira de fundos de investimentos destinados aos regimes próprios de previdência social (RPPS)**. 2016.

VIANA, Débora. **Construção de carteiras de investimentos eficientes para o Regime Próprio de Previdência Social de Belo Horizonte e os impactos financeiros de sua utilização**. Monografia (Ciências Atuariais) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 50, 2017.

ZANINI, Francisco Antônio Mesquita; FIGUEIREDO, Antônio Carlos. **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, 2005.