

idp

idp

MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA

**ADOÇÃO DO CICLO DE VIDA NA DETERMINAÇÃO DA
ALOCAÇÃO ÓTIMA DAS ENTIDADES FECHADAS DE
PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR NO BRASIL**

RAPHAEL RODRIGUES FONSECA

Brasília-DF, 2022

RAPHAEL RODRIGUES FONSECA

ADOÇÃO DO CICLO DE VIDA NA DETERMINAÇÃO DA ALOCAÇÃO ÓTIMA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador

Professor Doutor Rogério Boueri Miranda

Brasília-DF 2022

RAPHAEL RODRIGUES FONSECA

ADOÇÃO DO CICLO DE VIDA NA DETERMINAÇÃO DA ALOCAÇÃO ÓTIMA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado em 06 / 10 / 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rogério Boueri Miranda - Orientador

Prof. Dr. Heglehyschynton Valério Marçal

Prof. Dr. José Luiz Rossi Junior

Prof. Dr. Diego Martins Silva

F676a Fonseca, Raphael Rodrigues

Adoção do ciclo de vida na determinação da alocação ótima das entidades fechadas de previdência complementar no Brasil / Raphael Rodrigues Fonseca. – Brasília: IDP, 2022.

54 p. : il. Color.
Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Mestrado Profissional em Economia, Brasília, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Boueri Miranda.

1. Ciclo de Vida. 2. Gerenciamento de Ativos e Passivos. 3. Fundo de Pensão.
I. Título.

CDD: 341.378

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família:
Fernanda, Fátima e Mauro

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Boueri Miranda pelo tempo, disposição e por ter acreditado em mim e no meu projeto;

Ao meu coorientador Prof. Dr. Heglehyschynton Valério Marçal por ter sido maior incentivador em realizar o mestrado e por toda a ajuda durante esse processo;

Aos membros da banca Prof. Dr. José Luiz Rossi Junior e Prof. Dr. Diego Martins Silva.

A toda equipe do IDP a quem agradeço nominalmente ao Prof. Dr. Mathias Tessmann

RESUMO

Com o acelerado envelhecimento populacional, novas ferramentas e tipos de produtos têm surgido para aprimorar o sistema previdenciário global, sendo uma delas a figura do Ciclo de Vida. Os Fundos Ciclo de Vida têm como principais características as suas estratégias de alocação que reduzem o risco do portfólio à medida que o horizonte de aposentadoria do participante se aproxima. Esta dissertação se propõe a examinar a incorporação do Ciclo de Vida para geração de carteiras ótimas para distintas fases de vida dos participantes em planos de Contribuição Definida para Entidades Fechadas de Previdência Complementar no Brasil em contraste com a carteira padrão. Para tanto, estabelece como objetivo geral a incorporação da visão de Ciclo de Vida para geração de carteiras ótimas para plano de benefício Contribuição Definida; e como objetivos específicos, a) realizar revisão bibliográfica sobre aplicação de Ciclo de Vida em fundos de pensão, no Brasil e no mundo; b) determinar faixas etárias e anos para aposentadoria de cada submassa; c) determinar função objetivo mais adequada para cada faixa etária; e d) determinar as estimativas de risco x retorno x correlação que serão utilizadas pelo modelo de ALM. Os resultados obtidos apresentaram três carteiras distintas para cada fase de vida dos participantes com redução gradual da exposição ao risco conforme o horizonte de aposentadoria se aproxima em contraste à carteira base (padrão). A conclusão percebida é que a adoção dos ciclos de vida foi mais aderente às fases de vida dos participantes.

Palavras-chave: Ciclo de Vida; Gerenciamento de Ativos e Passivos; Fundo de Pensão

ABSTRACT

With the accelerated aging of the population, new tools and types of products have emerged to improve the global pension system, one of which is the Life Cycle figure. The Life Cycle Funds have as main characteristics their allocation strategies that reduce the risk of the portfolio as the participant's retirement horizon approaches. This dissertation proposes to examine the incorporation of the Life Cycle to generate optimal portfolios for different life stages of participants in Defined Contribution plans for Closed Private Pension Entities in Brazil in contrast to the standard portfolio. To this end, it establishes as a general objective the incorporation of the Life Cycle vision to generate optimal portfolios for the Defined Contribution benefit plan; and as specific objectives, a) carry out a bibliographic review on the application of Life Cycle in pension funds, in Brazil and in the world; b) determine age groups and retirement years for each sub-mass; c) determine the most adequate objective function for each age group; and d) determine the risk x return x correlation estimates that will be used by the ALM model. The results obtained present three distinct portfolios for each phase of the participants' life with a gradual reduction in risk exposure as the retirement horizon approaches, in contrast to the default portfolio. The perceived conclusion is that the adoption of life cycles was more adherent to the life stages of the participants.

Keywords: Life Cycle; Asset Liability Management; Pension Fund

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Alm	Asset Liability Management
Abrapp	Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar
Abnt	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Bd	Benefício Definido
Cd	Contribuição Definida
Cdi	Certificado de Depósito Interbancário
Cmn	Conselho Monetário Nacional
Fia	Fundo de Investimento em Ações
Fip	Fundos de Investimentos em Participações
Fo	Função Objetivo
Funcef	Fundação dos Economiários Federais
Ibge	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ipca	Índice de Preços ao Consumidor Ampliado
Ntn-b	Nota do Tesouro Nacional - Série B
Pi	Política de Investimentos
Tdf	Target Date Fund

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Classificação Modelos de Otimização de Portifólio	24
Figura 2 Matriz de Correlação Índices	37
Figura 3 Resultados ALM – Carteira Acumulação	40
Figura 4 Resultados ALM – Carteira Consolidação	42
Figura 5 Resultados ALM – Carteira Preservação	43
Figura 6 Resultados ALM – Carteira Base	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1

Fases Ciclo de Vida

.....27

Tabela 2

Limites de Alocação Res. 4.994

.....33

Tabela 3

Limites Gerenciais de Alocação

.....33

Tabela 4

Projeções Macroeconômicas

.....34

Tabela 5

Expectativa de Retorno/Risco por classe de ativos

.....36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização do Tema	13
1.2	Problema de Pesquisa	15
1.3	Hipóteses da Pesquisa	15
1.4	Objetivos Geral e Específicos	15
1.4.1	Objetivo Geral	16
1.4.2	Objetivos Específicos	16
1.5	Delimitação do Escopo do Estudo	16
1.6	Justificativa do Tema: Relevância e Contribuição	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Modelo Teórico Ciclo de Vida	19
3	METODOLOGIA	22
4	CICLO DE VIDA	26
4.1	Fases da Vida	27
4.2	Carteiras	28
5	PREMISSAS	29
5.1	Classes de Ativos	30
5.2	Restrições de Alocação	32
5.3	Cenários Macroeconômicos	34
5.4	Expectativa de Retorno, Risco e Correlação	35
6	RESULTADOS	38
6.1	Carteira Acumulação	39
6.2	Carteira Consolidação	41
6.3	Carteira Preservação	42
6.4	Carteira Base	43
7	CONCLUSÕES	45
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47



1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A expectativa de vida mundial apresentou um acentuado nível de crescimento a partir da segunda metade do século XIX¹. Neste sentido, a preocupação em se criar forma de aposentadoria adequada, de maneira a garantir uma velhice mais tranquila para a população é um desafio da sociedade contemporânea. Para lidar com esse problema mostra-se fundamental a figura dos fundos de pensão e dos institutos de previdência na administração pública e privada.

Para Campbell *et al* (2001) uma das mais importantes decisões que os chefes de família tomam é sobre o volume e forma de poupança visando aposentadoria. Embora essa preocupação tenha se acentuado nas últimas décadas, a sociedade já tem consciência da importância dos regimes previdenciários há muito tempo. Neste sentido, podemos citar, como exemplo, o modelo de proteção social francês – “*La Caisse des Invalides de la Marine*” – sistema de pensão dos marinheiros franceses, criado em 1673 por Colbert, ministro das finanças do rei Luís XIV².

Já no Brasil, o primeiro modelo previdenciário que se tem registro é o Montepio dos Oficiais da Marinha que data de 1795 durante a regência de João VI de Portugal (Marotta, 2019). Em 1904 foi fundada a Caixa Montepio dos Funcionários da República do Brasil, atual Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil (PREVI³). Em janeiro de 1923 foi decretada a Lei nº 4.682 (Lei Eloy Chaves), que deu estabilidade aos ferroviários e é considerada a implantação do regime social no Brasil (BRASIL, 1923). Por sua vez, o marco legal que promoveu a criação dos fundos de pensão no Brasil ocorreu através da lei nº 6.435 de 1977 (BRASIL, 1977).

¹<https://ourworldindata.org/lifeexpectancy#:~:text=Globally%20the%20life%20expectancy%20increased,more%20than%20twice%20as%20long> .

² <https://www.xn--cfdt-retraits-mhb.fr/La-genese-de-l-idee-de-retraite-de-Colbert-a-Laroque>

³ <https://www.previ.com.br/portal-previ/a-previ/nossa-historia/>

Essa evolução do ambiente previdenciário levou à criação dos fundos de pensão (ou entidades de previdência complementar), que são instituições que têm como objetivo gerir a poupança de seus participantes enquanto estes estão exercendo suas atividades laborais com propósito de garantir as suas aposentadorias e pensões.

Tanto o mercado financeiro quanto o ambiente previdenciário estão em constante evolução. O cumprimento das obrigações atuariais de um plano de benefícios se dá através da correta alocação nos ativos disponíveis no mercado visando a maximização do retorno e minimização a probabilidade de *gap* dos planos de benefícios (MARQUES, 2011 e MARÇAL, 2011).

A partir dessa constante evolução e necessidade de garantir a melhor alocação possível que surgiram os Fundos Ciclo de Vida, que têm como principais características as suas estratégias de alocação que são determinadas pelo envelhecimento de seus participantes (*age-based*) e a tolerância ao risco (*risk-based*) (VICEIRA, 2007). Será objeto desse trabalho de mestrado descrever a implementação de Ciclo de Vida sob a ótica da geração dos portfólios em um plano de benefícios CD e avaliar a aderência dos portfólios gerados.

Nolte (2019) destaca a relevância que os fundos *target date* e *life-cycle* têm ganhado nos últimos anos, ultrapassando no ano de 2017 US\$ 1 trilhão de recursos sobre gestão somente nos Estados Unidos. O seu sucesso foi tanto, que atualmente eles são ofertados aos participantes como produto padrão (*default*) nos EUA, Reino Unido entre outros países. Ao aderir ao fundo de pensão algumas carteiras de investimentos podem ser oferecidas ao participante e caso ele não opte por nenhuma, é automaticamente migrado para essa carteira padrão. Por ter se tornado produto padrão, esses fundos têm ganhado cada vez mais participantes.

Azoulay *et al* (2016) afirmam que os fundos ciclo de vida caíram nas graças dos administradores de planos previdenciários porque eles oferecem duas situações ideais para os investidores: forte crescimento do patrimônio no início do período laboral e a preservação do patrimônio acumulado no período pré-aposentadoria.

Os fundos convencionais possuem uma única estratégia de alocação no horizonte de suas Políticas de Investimentos para todo rol de participantes do plano de benefícios. Isso pode levar a distorções tais como uma alocação da reserva matemática de um participante que

ainda possui 25 anos de contribuição ser a mesma de outro que está apenas há 1 ano de se aposentar. Ambos os participantes possuem a mesma expectativa de retorno e risco estimado, sendo que suas utilidades não são as mesmas.

Diferentemente do perfil de investimento, os *life-cycle funds* são mais adequados para fundos de pensão pois não necessitam de conhecimento mínimo do mercado financeiro por parte do participante. A definição da estratégia de alocação anual fica exclusivamente sob responsabilidade dos gestores do fundo. Esses fundos buscam adequar a alocação de seus ativos conforme o envelhecimento dos seus investidores/participantes visando a redução do risco de acordo às metas (*target goal*) do fundo. Quando a idade meta é atingida, o participante migra para um portfólio de menor risco, que melhor se adequa à sua maturidade (NOLTE, 2019 e AZOULAY *et al*, 2016).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Conforme já explicado, fundos de pensão que adotam o modelo de ciclo de vida para seus planos de benefícios trazem a estratégia de redução da alocação em ativos de risco enquanto a idade de aposentadoria de seus participantes se aproxima.

Isso posto, esse trabalho se propõe a avaliar a seguinte pergunta de pesquisa: a adoção do produto Ciclo de Vida por parte das Entidades Fechadas de Previdência Complementar leva à geração de carteiras ótimas mais eficientes à sua massa de investidores? Serão comparadas as carteiras geradas para cada submassa, com a carteira ótima geral do plano.

1.3 HIPÓTESES DA PESQUISA

A adoção do produto ciclo de vida por parte das entidades fechadas de previdência complementar no Brasil gera portfólios mais aderentes para cada submassa. A não confirmação da hipótese de pesquisa indicará que a geração de distintas carteiras, que reduzirão gradualmente seu risco com o envelhecimento dos participantes não gera nenhum ganho de eficiência aos seus investidores.

1.4 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

Nesse contexto será objeto desse trabalho analisar a implementação e execução de um modelo de ciclo de vida em um

plano de benefícios modalidade Contribuição Definida, de acordo com as restrições legais.

1.4.1 OBJETIVO GERAL

- I. Incorporar a visão de Ciclo de Vida para geração de carteiras ótimas para plano de benefício Contribuição Definida.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Realizar revisão bibliográfica sobre aplicação de Ciclo de Vida em fundos de pensão, no Brasil e no mundo;
- II. Determinar faixas etárias e anos para aposentadoria de cada submassa;
- III. Determinar função objetivo mais adequada para cada faixa etária;
- IV. Determinar as estimativas de risco x retorno x correlação que serão utilizadas pelo modelo de ALM;

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO DO ESTUDO

O trabalho se restringirá a avaliar a adoção e implementação do produto Ciclo de Vida para determinação das estratégias de alocação em um plano de benefícios modalidade contribuição definida de Entidade Fechada de Previdência Complementar no Brasil. A análise será delimitada pela comparação da geração das carteiras ótimas correspondentes às fases da vida em contraste com a carteira ótima sem a adoção do ciclo de vida.

1.6 JUSTIFICATIVA DO TEMA: RELEVÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO

O crescente envelhecimento populacional e a conscientização de que as pessoas devem poupar para manter o nível de consumo durante a fase da aposentadoria, tem influenciado para que os planos de previdência ganhem maior relevância no Brasil e no mundo.

De acordo com o Consolidado Estatístico da ABRAPP, o volume de ativos sob gestão das EFPC chegou a R\$ 1,1 trilhão⁴ em dezembro de 2021, o que representa grande parte da poupança privada do país

⁴ Equivalente a 12,8% do PIB brasileiro.

(ABRAPP, 2022). Embora o patrimônio sob gestão ainda esteja concentrado nos planos de benefício definido, há um movimento de transição para os modelos CD (253 planos BD contra 423 planos CD). Essa migração e oferta de planos CD ocorre, segundo Chetouane (2010) devido aos desafios impostos nos últimos anos, tais como baixo nível de taxa de juros, performances do mercado de capitais abaixo do esperado e longevidade.

Essa relevância dada às entidades de previdência impacta na gestão dos fundos. Cada vez mais a necessidade por poderosas ferramentas de gerenciamento de ativos e passivos (ou do inglês *Asset Liability Management* - ALM) são demandadas, visando garantir maximização dos recursos garantidores (patrimônio) para o cumprimento das obrigações atuariais com os participantes. Aliado ao modelo de ALM surgiram ferramentas para subsidiar a determinação da estratégia de alocação dessas entidades tal como Ciclo de Vida. Embora ainda seja incipiente no Brasil, a sua adoção tem ganhado força e relevância nos EUA e países europeus.

A relevância do tema e a sua contribuição se justificam por se tratar de subsídio que poderá ser usado tanto pelas EFPC brasileiras, mercado que administra mais de R\$ 1 trilhão, quanto pelos próprios órgãos fiscalizadores, tal como a Superintendência de Previdência Complementar – PREVIC para avaliar os modelos de ciclo de vida já implantados no país e subsidiar a sua implantação. A verificação da eficácia da adoção do ciclo de vida poderá auxiliar diversas entidades na determinação do *glidepath* de alocação de seus planos de benefícios, fazendo adequação da gestão e dos retornos esperados mais eficientes.



?



2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A literatura sobre os modelos de gerenciamento de ativos e passivos (ALM) tem evoluído muito nas últimas décadas (MARQUES, 2011 et MARÇAL, 2011). Entretanto ela por si só pode não ser suficiente para determinar a alocação ótima para todos os participantes do fundo. É necessário que se adicionem outras ferramentas que subsidiem tais modelos.

Os produtos financeiros que determinam a alocação atual e determinam a carteira ótima no futuro têm ficado cada vez mais populares nos últimos anos e a tendência é que sua popularidade continue aumentando, conforme apontado por Mindlin (2013). É nesse ambiente que surge a figura do Ciclo de Vida.

2.1 MODELO TEÓRICO CICLO DE VIDA

Nolte (2019) aponta a rápida difusão dos fundos ciclo de vida nos EUA que se deu a partir de uma mudança na legislação norte-americana, com o *Pension Protection Act* (PPA) assinado pelo presidente W. Bush em 2006. Essa legislação fortaleceu a proteção aos recursos dos trabalhadores, aumentou o número de trabalhadores elegíveis para contribuir para planos de benefícios e estabeleceu um número para benefícios de trabalhadores de baixa renda, militares de reservistas, entre outros. Além disso, o PPA permitiu que fosse feita automaticamente a adesão dos participantes aos fundos ciclo de vida.

Dado que a maioria dos participantes dos fundos de pensão possuem baixo conhecimento do mercado financeiro, em especial aqueles com menor nível de educação e renda, os gestores e patrocinadores desses planos foram obrigados a adotarem medidas para readequar o rebalanceamento das suas carteiras. Nesse contexto houve o surgimento dos fundos ciclo de vida. Esses fundos são alicerçados no investimento baseado no envelhecimento de seus investidores. Os cotistas do fundo devem alocar maior parte de sua riqueza em ativos de risco na sua juventude e diminuir gradativamente o risco do portfólio conforme a sua idade de aposentadoria vai se aproximando (Viceira, 2007).

Os indivíduos se deparam com algumas decisões quando realizam o seu planejamento financeiro. Uma delas é a redução do consumo hoje visando a maximização da sua aposentadoria. Embora muitas vezes não é o que ocorre, mas existe uma premissa de ouro, que afirma que os jovens devem investir em ativos de risco e que com o passar do tempo ocorre gradualmente redução dos ativos de risco do portfólio. Os fundos ciclo de vida e *target date funds* são baseados nesses princípios (MERTON *et al.*, 1974, apud BOVENBERG *et al.*, 2007).

A ideia central de um modelo de investimento baseado em ciclo de vida é que os membros desses fundos podem suportar maior nível de risco no começo do seu processo de acumulação de riqueza enquanto os participantes que estão próximos de se aposentar necessitam preservar o patrimônio já acumulado, reduzindo a parcela de ativos de risco em seu portfólio.

A principal característica dos fundos TDF e *life-cycle default* é a determinação do seu *glidepath* - construção da estratégia de investimentos ótima de longo-prazo. A definição da alocação de longo prazo do portfólio é um dos principais fatores que determinam a rentabilidade de longo prazo dos fundos de pensão.

Para Bagliano *et al* (2009) o processo de otimização para seleção do portfólio ótimo depende crucialmente da relação entre a riqueza humana, que pode ser traduzida como renda futura esperada descontada e a riqueza financeira acumulada. Essa razão riqueza humana / riqueza financeira se modifica ao longo do tempo, juntamente com o ciclo de vida do investidor. Campbell *et al* (2001) destacam que um modelo básico de ciclo de vida deve conter perfil de renda baseada em idade mais realista, que considera aumento da riqueza humana no início da vida profissional do investidor, que após atingir seu pico, passa por declínio na fase de aposentadoria.

Azoulay *et al* (2016) expressam a preocupação dos investidores que já possuem elevada reserva matemática com os níveis de risco. Qualquer queda apresentada pelo portfólio representa perdas reais no valor total dos benefícios futuros a serem pagos. Isso implica que investidores jovens que possuem expectativa de renda futura alta, podem suportar carteiras mais arriscadas, dada sua riqueza humana, enquanto investidores com idade avançada não dispõem mais dessa riqueza humana e podem contar somente com a sua riqueza acumulada até o momento.

A geração da alocação ótima dos recursos sob gestão em um fundo pode ser utilizada como avaliação da performance do plano de benefícios. A avaliação sobre o desempenho do fundo pode ocorrer não simplesmente pelo seu retorno, que comumente é o método de avaliação mais utilizado (BAGLIANO et al, 2009). Um plano de benefícios que tenha 100% de seus recursos em Renda Fixa e que apresente rentabilidade superior à sua meta atuarial pode ainda sim ser ineficiente, se apresentar por exemplo, risco de liquidez no curto prazo. Nesse caso, o casamento entre o passivo de curto prazo com os recebimentos e vencimento dos títulos de Renda Fixa foi mal executado.

De acordo com Bagliano *et al* (2009), A alocação ótima de determinado portfólio deve considerar as distribuições de retorno dos ativos e o parâmetro de aversão ao risco, bem como a transferência situacional do participante de ativo para assistido e a sua expectativa de vida.



3

3

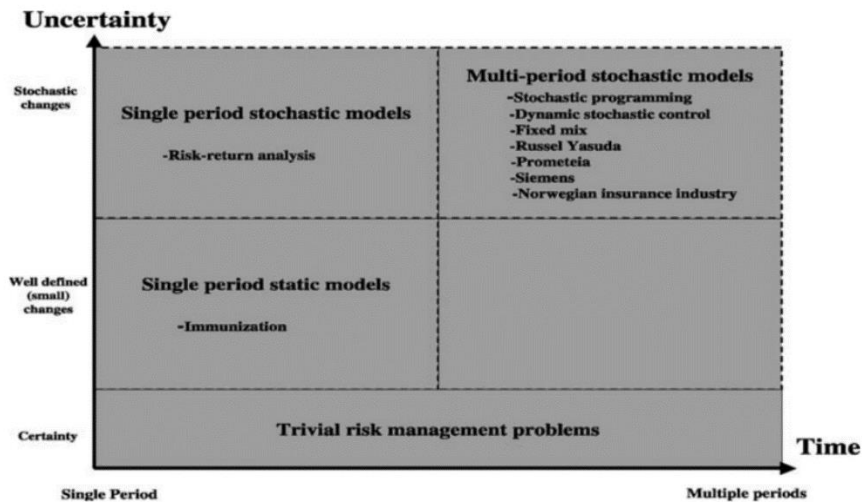
METODOLOGIA

A principal ferramenta de gestão utilizada na confecção das Políticas de Investimentos de um fundo de pensão é o seu modelo de *Asset Liability Management* (ALM) que pode ser proprietário ou terceirizado. O ALM faz a gestão integrada dos ativos e passivos através de modelos matemáticos, que divergem entre si devido à sua complexidade e modelo matemático adotado (MARQUES, 2011 e MARÇAL, 2011).

A gestão entre ativos e passivos está no centro do gerenciamento de riscos corporativos de instituições financeiras segundo Rosen e Zenios (2006). Os autores classificam os modelos de ALM em 4 grupos de acordo com o seu gerenciamento do risco e do tempo.

Os modelos estáticos de período único realizam a otimização dos investimentos em um único período ($t = 0$), porém não lida com a incerteza (risco). Os modelos estáticos multiperíodo realizam o rebalanceamento da carteira em determinado horizonte de tempo ($t = 0, t = 1, \dots t = n$), mas também não lidam com a incerteza. Os modelos estocásticos de período único incorporam distribuição de retorno em diferentes cenários com a limitação temporal e têm como seu maior expoente a Teoria do Portifólio Média-Variância de Harry Markowitz de 1952. Por fim, os modelos estocásticos multiperíodo incorporam o risco permitem a evolução dinâmica das variáveis dos ativos e passivos no decorrer do tempo. A composição dos portfólios é alternada conforme a evolução temporal (ROSEN *et al*, 2006). A figura 1 a seguir traz representação gráfica com a classificação dos quatro modelos.

Figura 1 – Classificação Modelos de Otimização de Portifólio



Fonte: Rosen e Zenios (2006, p. 20)

O modelo de ALM estocástico multiperíodo baseado em Regras de Decisão do tipo *Fixed Mix* determina a priori qual regra será utilizada para alterar a estratégia de alocação e otimizar os pesos de alocação com fito de maximizar a função objetivo. Algumas das vantagens em se utilizar esse tipo de modelo são a possibilidade de lidar com os custos de transação e operacionais da carteira, aderência às questões regulatórias e de restrição de alocação, bem como as restrições impostas pela própria entidade em sua política de investimentos (ROSEN *et al*, 2006).

Os modelos de otimização adotados para planos de benefícios de fundos de pensão devem possuir ao menos, as seguintes restrições: i) distribuição atual dos ativos; ii) nível de mobilidade (liquidez) dos ativos; iii) enquadramentos legais; iv) maturidade do plano de benefícios; v) *duration* dos investimentos disponíveis; e vi) risco e fluxo de caixa atuarial do passivo (GAZZONI, 2008, *apud* MARQUES, 2011).

Pretende-se combinar a utilização de modelo de ALM com fluxo atuarial amostrado em faixas etárias para o Ciclo de Vida com a finalidade de determinar as estratégias de alocação (*glidepath*) em determinado horizonte de tempo. Serão geradas distintas carteiras com diferentes funções objetivos para cada uma dessas faixas. Com o passar do tempo o participante migrará entre essas carteiras de tal forma que o retorno esperado e risco estimado sejam aderentes à sua aversão ao risco e utilidade.

Será adotado modelo de algoritmo de programação por metas estendido por *forest combination* descrito por Marçal (2011). Sua aplicação é realizada em módulos que executam atividades específicas. O primeiro e segundo módulos são responsáveis pela evolução estocástica dos indicadores macroeconômicos e pela evolução da rentabilidade para cada classe de ativos. O terceiro módulo evolui o patrimônio do plano de benefícios para cada horizonte de tempo previamente determinado. No quarto módulo ocorre a geração de n alocações viáveis para cada classe de ativos que respeitem as restrições legais e gerenciais. O quinto módulo faz os cálculos de transição das operações de investimentos/desinvestimentos. Já o sexto executa processo de amostragem através de algoritmo genético das carteiras previamente geradas que serão simuladas. Nessa etapa é feita a seleção da carteira que apresentou os melhores resultados (cumprimento da função objetivo). O último módulo tem a função de descobrir a carteira ótima através da otimização estocástica de programação por metas. É selecionada a carteira que maximiza/minimiza a função objetivo selecionada.

Importante tarefa a ser realizada é a definição das faixas etárias que compõem o Ciclo de Vida. É a partir dela que será possível determinar as funções objetivo que serão adotadas para cada etapa da fase de vida do participante. As fases de vida a serem adotadas nesse trabalho serão as mesmas apresentadas por Nolte (2019), que divide o horizonte de investimento em três etapas: acumulação (até 35 anos), consolidação (entre 35 e 50 anos) e preservação (acima de 50 anos). A única diferença entre as fases de vida aqui utilizadas é que Nolte (2019) faz uma segregação da fase de preservação em diferentes objetivos, o que não será considerado no presente trabalho.

Serão utilizados para extração dos dados macroeconômicos e de mercado, o terminal da Bloomberg, Economática e dados da pesquisa FOCUS do Banco Central. O tratamento e avaliação dos dados bem como processo de implementação do Ciclo de Vida junto ao modelo de ALM serão realizados em linguagem R e SAS.

O método de abordagem será hipotético-dedutivo com procedimentos/técnicas de investigação estatística. Será pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e o procedimento será pesquisa exploratória.



4

4

CICLO DE VIDA**4.1 FASES DA VIDA**

Grande parte dos planos de benefícios ofertados pelas EFPC permanecem abertos para novos participantes durante períodos muito longos, que podem superar décadas. Com o passar do tempo, a massa dos participantes vai aumentando e se tornando cada vez mais heterogênea em termos de idade, tempo e percentual de contribuição ou mesmo salário base. Essa heterogeneidade das massas dos participantes é pilar fundamental que exprime a necessidade das EFPC's buscarem alternativas e ferramentas para gestão de seus portfólios entre elas o Ciclo de Vida.

A teoria por trás dos ciclos de vida tem como base a premissa de que não se deve tratar uma massa de participantes heterogênea de forma homogênea. Isso quer dizer que um participante cujo horizonte de aposentadoria está próximo não deve ter seu patrimônio alocado em uma carteira com mesmo nível de exposição ao risco de um participante que acabou de ingressar no mercado de trabalho. Os fundos baseados em ciclos de vida apresentam carteiras de investimentos com diferentes níveis de risco para cada fase se vida de seus participantes.

Em seu trabalho, Nolte (2019) faz a divisão das faixas etárias dos participantes em três ciclos de vida: i) Acumulação; ii) Consolidação; e iii) Preservação. A transição da fase de acumulação para consolidação e posteriormente representa um processo de redução do risco da carteira. A identificação das fases da vida é importante para se traçar os riscos e objetivos de cada uma dessas etapas da vida dos participantes dos fundos. A tabela 1 abaixo apresenta as fases do Ciclo de Vida que serão adotadas no presente trabalho.

Tabela 1 – Fases Ciclo de Vida

Faixa Etária	Fase da Vida
até 35 anos	Acumulação
36 a 50 anos	Consolidação
Acima de 51 anos	Preservação

Elaboração: Própria

4.2 CARTEIRAS

A segregação das faixas etárias, que representam fases da vida distintas, são muito importantes, pois balizarão as estratégias e objetivos a serem alcançados por cada carteira de investimentos. Para execução do presente trabalho serão geradas três carteiras ótimas com diferentes alocações em classes de ativos de tal maneira que cada uma dessas carteiras representará diferentes Funções Objetivos que serão otimizadas representando cada uma dessas fases da vida dos investidores. Além disso, será gerada carteira base, que representa a Função Objetivo padrão, que será contrastada com as demais carteiras, de forma a se avaliar se a inclusão do ciclo de vida foi benéfica aos participantes e ao plano de benefícios.

- i) Carteira Acumulação: representa a primeira fase da vida do participante até os 35 anos de idade e será adotada Função Objetivo de maximizar o patrimônio médio;
- ii) Carteira Consolidação: representa a segunda fase da vida dos participantes, entre os 36 e 50 anos de idade e será adotada Função Objetivo de maximizar o Índice de Sharpe;
- iii) Carteira Preservação: representa a terceira fase da vida do participante, a partir dos 51 anos de idade e será adotada a Função Objetivo de minimizar o risco (volatilidade) com retorno atingindo ao menos o índice de referência (benchmark) do plano de benefícios.
- iv) Carteira Base: representa todos os participantes do plano independentemente da idade ou horizonte de aposentadoria. Será adotada a Função objetivo de maximizar o Índice de Sharpe (melhor relação entre retorno e risco). A sua diferença para a Carteira de Consolidação será a possibilidade de alocação em *Private Equity* (FIP's).



5



5

PREMISSAS

5.1 CLASSES DE ATIVOS

De acordo com a Resolução CMN nº 4.994/2022 as Entidades Fechadas de Previdência Complementar devem anualmente definir as Políticas de Investimentos para a aplicação dos recursos dos planos de benefícios sob sua administração. A aplicação dos recursos é realizada por segmentos de acordo com a seguinte classificação: i) Renda Fixa; ii) Renda Variável; iii) Estruturado; iv) Imobiliário; v) Operações com Participantes; e vi) Exterior. A descrição do enquadramento dos ativos por cada segmento pode ser encontrada no Capítulo V, Seção II da Resolução 4.994 (BRASIL, 2022). Qualquer processo de otimização utilizado para geração de carteiras ótimas a ser adotado na aplicação dos recursos dos planos de benefícios deve levar em conta pelo menos essa segregação determinada pelo CMN.

O modelo de ALM adotado realiza o processo de otimização das carteiras em subsegmentos, chamados de classes de ativos. Essa estrutura granular de classificação dos ativos dá maior realidade ao processo de otimização dada grande diversidade de ativos. A definição da quantidade de classes de ativos a serem utilizadas fica a cargo da EFPC, de acordo com a capacidade de modelagem econométrica. A título de exemplo, para as Políticas de Investimentos 2022-2026, a Fundação dos Economiários Federais (FUNCEF) contou com 13 diferentes classes de ativos⁵ visando representar a estrutura gerencial e índices de referências para cada carteira para cada plano de benefícios e suas submassas (FUNCEF, 2022).

Embora seja desejável a inclusão de novas classes de ativos, que agreguem maior robustez ao modelo de ALM bem como a captura de novos ativos no mercado financeiro, deve-se atentar à maldição de dimensionalidade (*curse of dimensionality*) levantada por Zenios *et al.* A cada inclusão de nova variável de controle pode levar a um aumento exponencial do custo computacional (NIELSEN *et al* 1995 e ROSEN *et al*

⁵ Títulos Públicos Federais, Títulos Bancários, Ativos Líquidos, Títulos Corporativos, Debêntures de Participações Societárias, Ações a Mercado, FIA Carteira Ativa II, Participações Diretas, Fundos de *Private Equity*, Fundos de Investimentos Imobiliários, Imóveis, Investimentos no Exterior e Operações Com Participantes.

1995). Nesse sentido, deve-se avaliar o custo-benefício da criação de uma nova classe no desempenho computacional para não inviabilizar o processo de otimização do modelo de ALM. Além disso, a criação de uma nova classe de ativos carece de um conjunto mínimo de premissas e informações.

A falta de base de dados ou de metodologia para estimação dessas premissas pode inviabilizar a criação/utilização de determinadas classes de ativos, em especial aquelas ilíquidas que não possuem dados abertos/públicos. De forma a mitigar essas questões, foram selecionadas para realização desse estudo as seguintes classes de ativos:

- i) Títulos Públicos Federais: composta por NTN-B's⁶ que são os títulos públicos pós-fixados;
- ii) Títulos Corporativos: composta por ativos financeiros de emissão de sociedades por ações (debêntures);
- iii) CDI (Liquidez): composta por fundos que têm como *benchmark* o CDI. Classe utilizada como caixa dos planos, provendo liquidez necessária para os investimentos, aportes, chamadas de capital e transição da reserva dos participantes para outras carteiras.
- iv) Ações a Mercado: composta por Fundos de Investimentos em Ações (FIA) referenciados ao IBRX-100.
- v) Multimercado: composta por Fundos de Investimentos Multimercado (FIM)⁷ negociados na Bolsa. Esses fundos podem aplicar em diferentes segmentos dando maior liberdade de gestão.
- vi) Fundo de Investimento Imobiliário: composta por Fundos de Investimento Imobiliários (FII)⁸ negociados na Bolsa.

⁶ Tesouro IPCA +

⁷ https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/fundo-de-investimento-multimercado-fim-rv.htm

⁸ https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/fundos-de-investimento-imobiliario-fii.htm

- vii) Exterior: composta por fundos/ativos de renda variável no exterior.
- viii) Fundos de *Private Equity*: composta por Fundos de Investimentos em Participações (FIP). Esses fundos aplicam os recursos em companhias em fase de desenvolvimento. Sua vantagem é proporcionar ao investidor a participação do crescimento das companhias investidas com alto potencial de crescimento (B3).

O segmento de Operações com Participantes trata dos empréstimos concedidos pelos planos de benefícios aos seus participantes ativos e assistidos (ABRAPP, 2022). A gestão desse segmento/classe de ativo é realizada de forma “passiva” pelas EFPC’s uma vez que depende que os participantes contratem os empréstimos (investimento) e cumpram mensalmente com suas obrigações (desinvestimento). Por essa razão e pela impossibilidade de otimização da alocação dessa classe optamos por desconsiderá-la.

5.2 RESTRIÇÕES DE ALOCAÇÃO

Como o intuito do presente trabalho é proporcionar auxílio às Entidades Fechadas de Previdência Complementar no Brasil, serão utilizadas bases legais para determinação das restrições de alocação. A Resolução CMN nº 4.994/2022 em seu Capítulo V delimita os limites de alocação permitidos para cada segmento de aplicação. De acordo com Marques, os limites de alocação são fundamentais, porque constituem importante parte no processo de otimização para a solução do problema de modelagem do ALM (MARQUES, 2011). Esses limites são os principais *inputs* utilizados na etapa de geração das carteiras aleatórias, que está sujeito às restrições (ζ) legais e gerenciais definidas pela EFPC. Essa etapa leva em conta as restrições legais e gerenciais os pesos possíveis a serem alocados em cada classe ($p_1, p_2, p_3, \dots, p_8$)⁹ cuja somatória deverá ser 100% ($\sum_{i=1}^8 p = 100\%$) e $R_+^* = \{p \in R | 0 \leq p \leq 1\}$.

Durante a evolução da carteira, a cada período $t_{1,2,\dots,n}$, é efetuado o rebalanceamento do portfólio de forma a evitar: i) desenquadramentos futuros; ii) realizar o lucro no caso de investimentos de risco que tiveram um retorno bem acima dos demais; iii) investir em ativos que tiveram retorno muito abaixo. A ideia do rebalanceamento pode ser vista como

⁹ Referente às 8 classes de ativos adotadas.

uma aproximação para uma solução computacionalmente mais complexa do processo de otimização (MARÇAL, 2011).

Seguem abaixo as tabelas 2 e 3 que trazem os limites de alocação legais para os seguimentos de investimentos e para as classes de ativos adotadas. Cerqueira *et al* avaliaram os impactos causados pelas alterações legais dos investimentos das EFPC e sua influência na alocação e rentabilidade. Eles apontam fato importante que mudanças nos limites de alocação sensibilizam de forma significativa a alocação dos recursos dos planos de benefícios, e por consequência a rentabilidade dos mesmos (CERQUEIRA et al, 2017).

Tabela 2 – Limites de Alocação Res. 4.994

Segmento	Mínimo	Máximo
Renda Fixa	0%	100%
Renda Variável	0%	70%
Investimentos Estruturados	0%	20%
Imobiliário	0%	20%
Investimentos no Exterior	0%	10%
Operações com Participantes	0%	15%

Fonte: Resolução CMN 4.994/2022

Tabela 3 – Limites Gerenciais de Alocação

Segmento	Classe de Ativos	Mínimo	Máximo
Renda Variável	Ações a Mercado (FIA)	0%	70%
Renda Fixa	CDI	5%/10%	100%
Renda Fixa	Crédito Privado (Debêntures)	0%	20%
Investimentos no Exterior	Exterior (FIA Investimentos Exterior)	0%	10%
Imobiliário	Fundos de Investimentos Imobiliários (FII)	0%	20%
Investimentos Estruturados	Fundos de Private Equity (FIP)	0%	15%
Investimentos Estruturados	Multimercado (FIM)	0%	15%
Renda Fixa	Títulos Públicos Federais	0%	100%

Fonte: Resolução CMN 4.994/2022

A Classe de CDI foi a única a utilizar valor mínimo de alocação diferente de 0%. A justificativa para essa alteração ocorre pelo fato da Classe de CDI além de ser uma classe de investimentos é utilizada pelo modelo de ALM como caixa do plano, por onde são feitas as movimentações de aportes e resgates. Para as carteiras de Acumulação e Consolidação foi adotada alocação mínima de 5% enquanto para a carteira de Preservação foi de 10%. Essa diferença se dá devido a possibilidade do participante realizar o resgate da sua reserva matemática, que pode gerar maiores necessidades de liquidez em determinados momentos.

5.3 CENÁRIOS MACROECONÔMICOS

As projeções dos cenários macroeconômicos são utilizadas pelo ALM no módulo de evolução estocástica através de simulações de Monte Carlo que farão a evolução da rentabilidade de cada classe de ativos (MARQUES, 2011 e MARÇAL 2011). Os índices macroeconômicos são importantes para que seja realizada evolução estocástica da rentabilidade, onde serão simuladas todas as estatísticas das classes de ativos. Conforme será apresentada adiante, a rentabilidade esperada de cada classe de ativos será calculada a partir de um prêmio sobre a curva de juros real da economia brasileira.

A tabela 3 a seguir apresenta a mediana das projeções macroeconômicas para a inflação (IPCA) e para a taxa básica de juros da economia brasileira (SELIC) para o período de 2023 a 2025 retiradas do Relatório FOCUS¹⁰ de 29 de abril de 2022. A partir das projeções dessas duas variáveis calcula-se a projeção da taxa de juros real¹¹ da economia brasileira através da equação:

$$i = \frac{\left(1 + \frac{\text{Juro Nominal}}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\text{Inflação}}{100}\right)} - 1$$

Observa-se um movimento de redução tanto da taxa de juros quanto da inflação, que convergirá para o centro da meta estipulado pelo Banco Central de 3,00% em 2025. Com uma taxa de juros de longo-prazo de 7% e uma inflação no centro da meta de 3% tem-se a taxa de juros real de longo-prazo de 3,88%.

Tabela 4 – Projeções Macroeconômicas

Índice	2023	2024	2025
IPCA	4,10%	3,20%	3,00%
Selic	9,25%	7,50%	7,00%
Juros Real	4,95%	4,17%	3,88%

Fonte: Relatório FOCUS de 29/04/2022

¹⁰ Relatório FOCUS de Mercado contém estatísticas calculadas a partir das projeções macroeconômicas realizadas por diversas instituições financeiras e coletadas pelo Banco Central toda sexta-feira.

¹¹ Descontada da Inflação.

5.4 EXPECTATIVA DE RETORNO, RISCO E CORRELAÇÃO

Para a estimativa do retorno e do risco (volatilidade) das 8 classes de ativos, serão utilizados índices de mercado nacionais e internacionais que melhor representam os ativos que compõem cada uma delas em um horizonte de tempo 5 anos entre maio de 2017 e abril de 2022. A seguir serão detalhados os índices adotados para cada classe:

- i) Títulos Públicos Federais: adotou-se o IMA-B, índice ANBIMA que representa a evolução, a preços de mercados, dos títulos públicos indexados ao IPCA (NTN-B) (ANBIMA, 2022);
- ii) CDI: adotou-se o histórico do próprio CDI;
- iii) Títulos Corporativos: adotou-se o IDA, índice ANBIMA que representa a evolução de preços, a mercado, de uma carteira de debêntures (ANBIMA, 2021);
- iv) Ações a Mercado: adotou-se o IBrX-100, índice B3 que apresenta desempenho médio das 100 ações mais negociadas na bolsa brasileira (B3, 2022).
- v) Fundos de *Private Equity* (FIP): dado baixo nível de informações disponíveis sobre o mercado de *Private Equity*, adotou-se para essa classe o *S&P Listed Private Equity Index*¹². Esse índice representa os fundos líderes listados das companhias de private equity (BLOOMBERG).
- vi) Multimercado: adotou-se o IHFA ANBIMA, índice ANBIMA que representa a evolução de preços, a mercado, de uma carteira de *hegde funds* no Brasil (ANBIMA, 2021);
- vii) Fundos de Investimentos Imobiliários: adotou-se o IFIX, índice B3 que apresenta o desempenho médio das cotações dos FII's negociados na bolsa brasileira (B3).
- viii) Investimentos no Exterior: adotou-se o MSCI World Index¹³. Esse índice de mercado representa 1.517

¹² Em reais.

¹³ Em reais.

empresas de diversos países desenvolvidos (MSCI, 2022).

A expectativa de retorno das classes de ativos é calculada a partir de um prêmio sobre a taxa de juros real da economia. Esse prêmio pode ser interpretado como um prêmio de risco, ou seja, valor adicional de retorno que o investidor receberá por abrir mão de investir nos ativos livres de risco (*risk free asset*). A estimação desse *spread* foi realizada a partir da média aritmética anualizada da variação mensal dos índices de mercado citados acima, que melhor representam as 8 classes de ativos, no período entre maio de 2017 e abril de 2022. Já para o cálculo do risco (interpretado como volatilidade) foi verificado o desvio-padrão anualizado das variações mensais desses mesmos índices. A tabela 5 abaixo traz o resumo dos prêmios de retorno e do risco encontrado para cada classe de ativos.

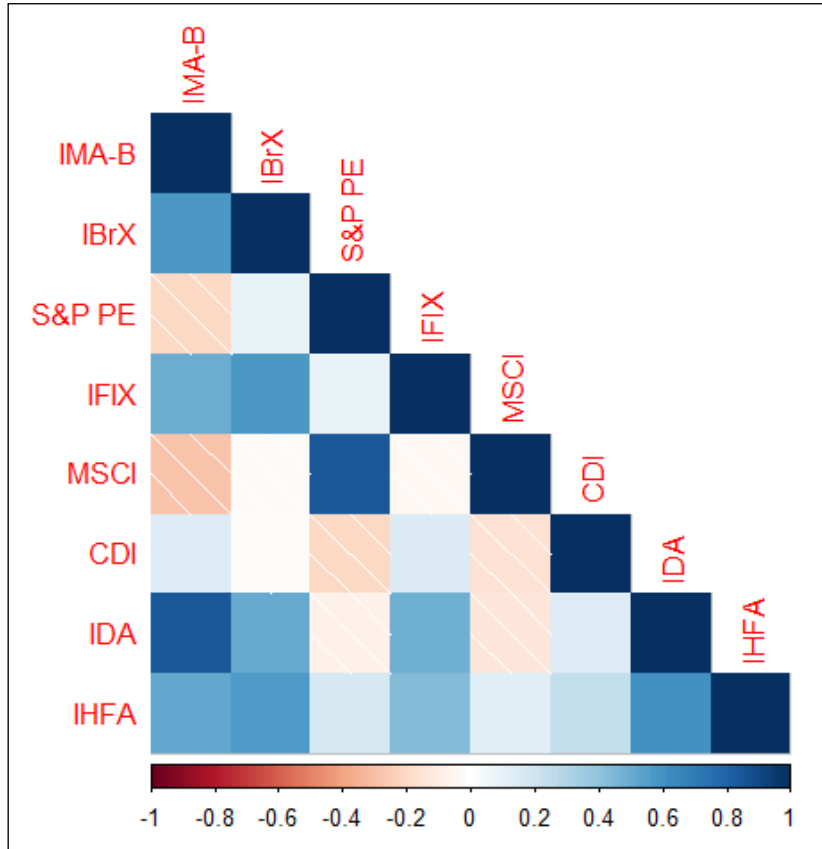
Tabela 5 – Expectativa de Retorno/Risco por classe de ativos

Segmento	Classe de Ativos	Prêmio	Risco	Correlação
Renda Fixa	Títulos Públicos	3,92%	7,65%	IMA-B
	CDI	0,00%	0,77%	CDI
	Títulos Corporativos	2,20%	2,63%	IDA
Renda Variável	Ações a Mercado	5,26%	21,77%	IBrX-100
Estruturados	Fundos de Private Equity	11,21%	24,94%	S&P Private Equity
	Multimercado	3,75%	3,08%	IHFA
Imobiliário	Fundos Imobiliários	0,88%	11,62%	IFIX
Exterior	Investimentos no Exterior	3,47%	27,29%	MSCI

Fonte: Bloomberg

Para estimação do índice de correlação também foram utilizados os dados históricos das variações mensais dos índices de mercado para cada classe de ativos, porém com horizonte de tempo de 10 anos até abril de 2022. O quociente de correlação assume valores entre o intervalo $[-1,1]$ e representa a relação estatística entre duas variáveis. Quando a correlação é 1 ou bem próxima de 1 têm-se a correlação perfeitamente positiva o que indica que quando uma variável aumenta a outra também sempre aumenta. Quando a correlação é -1 ou bem próxima de -1, têm-se a correlação perfeitamente negativa o que indica que quando uma variável aumenta a outra sempre diminui. Uma correlação de 0 indica uma independência das variáveis e elas se movimentam de maneira aleatória (BODIE et al, 2010). A figura 3 a seguir apresenta a matriz de correlação obtida com os índices referências das 8 classes de ativos que foi utilizada no modelo de ALM.

Figura 2 – Matriz de Correlação Índices



Elaboração: Própria



6

6

RESULTADOS

Nas seções anteriores foi apresentada a teoria do Ciclo de Vida e a importância na geração de três carteiras distintas para cada fase de vida dos participantes (Acumulação, Consolidação e Preservação). Além disso, foi descrito o modelo estocástico multiperíodo de ALM baseado em *FIXED MIX* proposto por Marçal (2011) que foi utilizado na otimização tanto das três carteiras que compõem o Ciclo de Vida quanto da Carteira Base. Posteriormente foram apresentadas as premissas e insumos adotados para a construção das carteiras ótimas, tais como restrições de alocação, número de classes de ativos e expectativas de retorno e risco.

A seguir serão apresentados os resultados consolidados das quatro carteiras geradas (Acumulação, Consolidação, Preservação e Base) correspondentes respectivamente a cada fase da vida dos participantes e da carteira base, aquela adotada pelos planos de benefícios que não oferecem o produto Ciclo de Vida na geração de suas carteiras ótimas.

6.1 CARTEIRA ACUMULAÇÃO

A Carteira de Acumulação representa o portfólio ótimo gerado para os participantes do plano de benefícios que possuem até 35 anos e se enquadram na fase de vida de acumulação de riqueza. Foi maximizado Valor Médio onde o processo de otimização encontra *glidepath* que maximiza a média para todas as trajetórias simuladas pelo modelo de ALM. Os resultados de alocação, retorno e risco da carteira estão apresentados na figura 4.

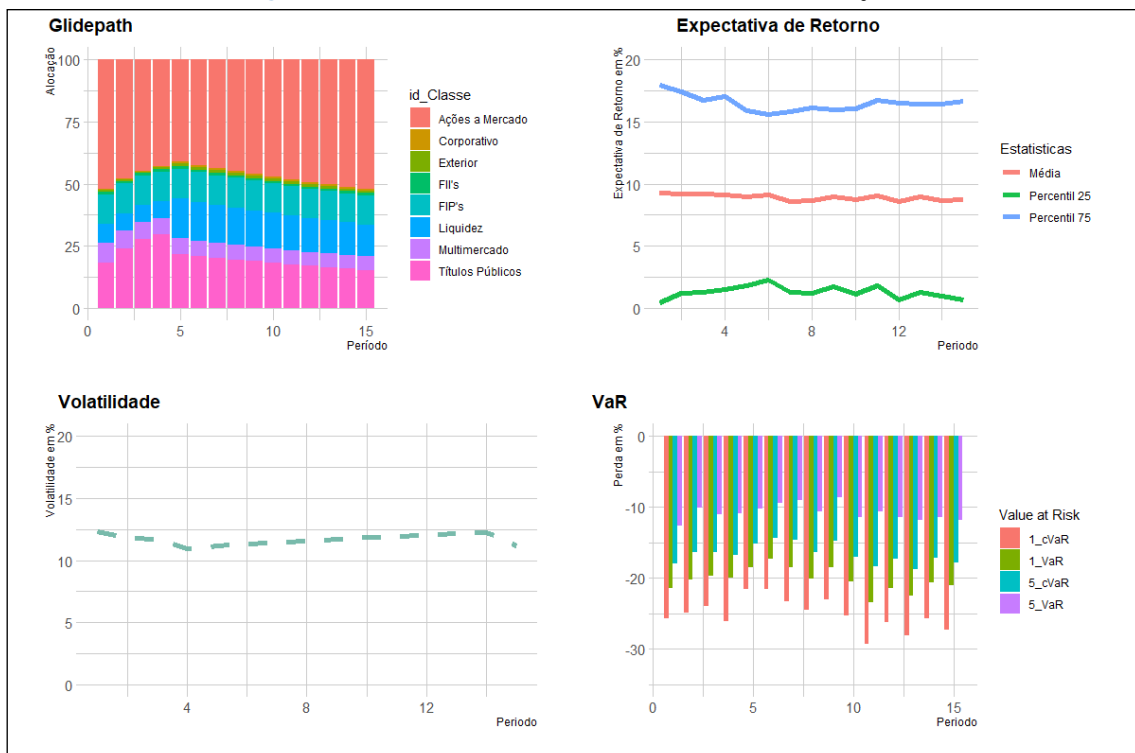
A trajetória de alocação encontrada possui predominância de Renda Variável, com a Classe de Ações a Mercado com alocação mínima de 40,9% e máxima de 52,0% durante todo horizonte simulado. Embora apresentem alta volatilidade, as ações possuem em contrapartida alta expectativa de retorno, de 5,3 p.p. sobre a taxa de juros real, o que influenciou diretamente na sua participação total do portfólio. Ademais, observa-se aplicação no segmento de Investimentos Estruturados próximo ao limite máximo permitido pela legislação de 20%. Como esperado, a Classe de Fundos de

Investimentos Imobiliários apresentou baixíssima atratividade dada sua baixa expectativa de retorno, alto nível de volatilidade e alta correlação com demais classes.

Por se tratar da carteira que representa fase de acumulação e possuir função objetivo de maximização do patrimônio, foi a que obteve maior retorno real¹⁴ nos 15 anos de simulação. O retorno médio no período foi de aproximadamente 9%, enquanto os percentis 25¹⁵ e 75¹⁶ se situaram entre 1,13% e 16,5% respectivamente. Por se tratar de carteira com maior risco essa amplitude das estatísticas de retorno já era esperada.

Quanto ao risco do portfólio, os resultados apontam para volatilidade média de 11,7% e conforme dito acima, se mostrou a carteira com maior variação dos retornos. Em termos de VaR (*Value at Risk*), observa-se potencial perda máxima média para um único ano de 11,7% com intervalos de confiança de 95%. Já o CVaR (*Conditional Value at Risk*¹⁷) aponta para a perda média de 16,6% no horizonte das simulações, com intervalo de confiança de 95%.

Figura 3 – Resultados ALM – Carteira Acumulação



Elaboração: Própria

¹⁴ Rentabilidade descontada da inflação.

¹⁵ Retorno das 25% piores simulações.

¹⁶ Retorno das 25% melhores simulações.

¹⁷ Também conhecido como *Expected Shortfall*.

6.2 CARTEIRA CONSOLIDAÇÃO

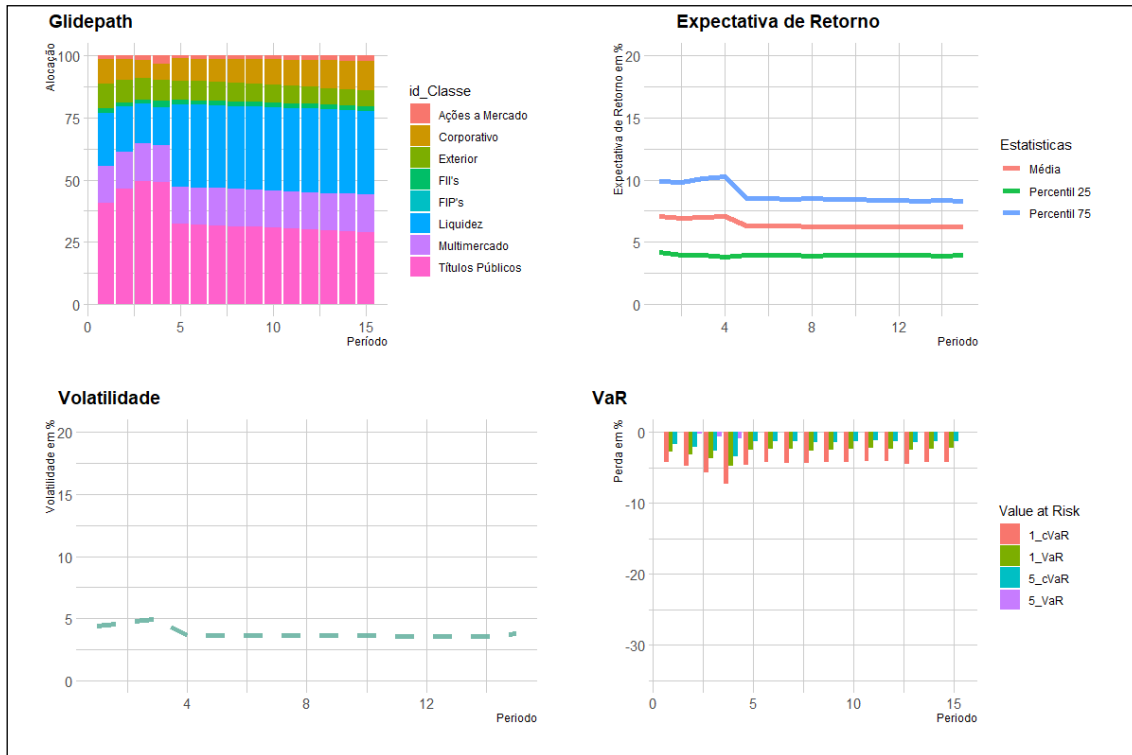
A Carteira de Consolidação representa o portfólio ótimo gerado para os participantes do plano de benefícios que possuem entre 36 e 50 anos e se enquadram na fase de vida de consolidação da riqueza acumulada. Foi maximizado Índice de Sharpe onde o processo de otimização encontra *glidepath* que maximiza a relação retorno/risco. Os resultados de alocação, retorno e risco da carteira estão apresentados na figura 5.

A trajetória de alocação encontrada possui predominância de Renda Fixa, com a alocação mínima de 70,8% e máxima de 74,5% durante todo horizonte simulado. Houve predominância entre as classes de Títulos Públicos e CDI. Dada sua atratividade em termos de índice de *sharpe*, a aplicação na classe de Multimercados no segmento de Investimentos Estruturados atingiu ao limite máximo permitido de 15%. As classes de Ações a Mercado e Fundos de Investimentos Imobiliários apresentaram baixa atratividade enquanto investimento no exterior por se tratar de importante instrumento de diversificação obteve alocação média de 7,6% no período.

O retorno médio no período foi de aproximadamente 6,5%, enquanto os percentis 25 e 75 se situaram entre 3,95% e 8,86% respectivamente. Por se tratar da carteira que maximiza relação retorno e risco os resultados apresentados estão aderentes ao ciclo de vida de consolidação da riqueza.

Quanto ao risco do portfólio, os resultados apontam para volatilidade média de 3,85%. Em termos de VaR (*Value at Risk*), observa-se potencial perda máxima média para um único ano de 0,3% com intervalos de confiança de 95%. Já o CVaR (*Conditional Value at Risk*) aponta para a perda média de 1,6% no horizonte das simulações, com intervalo de confiança de 95%.

Figura 4 – Resultados ALM – Carteira Consolidação



Elaboração: Própria

6.3 CARTEIRA PRESERVAÇÃO

A Carteira de Preservação representa o portfólio ótimo gerado para os participantes do plano de benefícios que possuem acima de 51 anos e se enquadram na fase de vida de preservação de riqueza consolidada. Foi minimizado risco onde o processo de otimização encontra *glidepath* que encontra carteira com menor risco porém com retorno atingindo ao menos um índice de referência¹⁸. Os resultados de alocação, retorno e risco da carteira estão apresentados na figura 6.

A trajetória de alocação encontrada possui predominância de Renda Fixa, com a alocação em torno de 85% durante todo horizonte simulado. Houve predominância na classe de CDI que representou mais de 60% do patrimônio, seguida por Títulos Corporativos, que dada sua atratividade atingiu ao limite máximo permitido de 15%. As classes de Ações a Mercado, Fundos de Investimentos Imobiliários e Investimentos no Exterior apresentaram baixa atratividade com alocação média próxima de 1% no período.

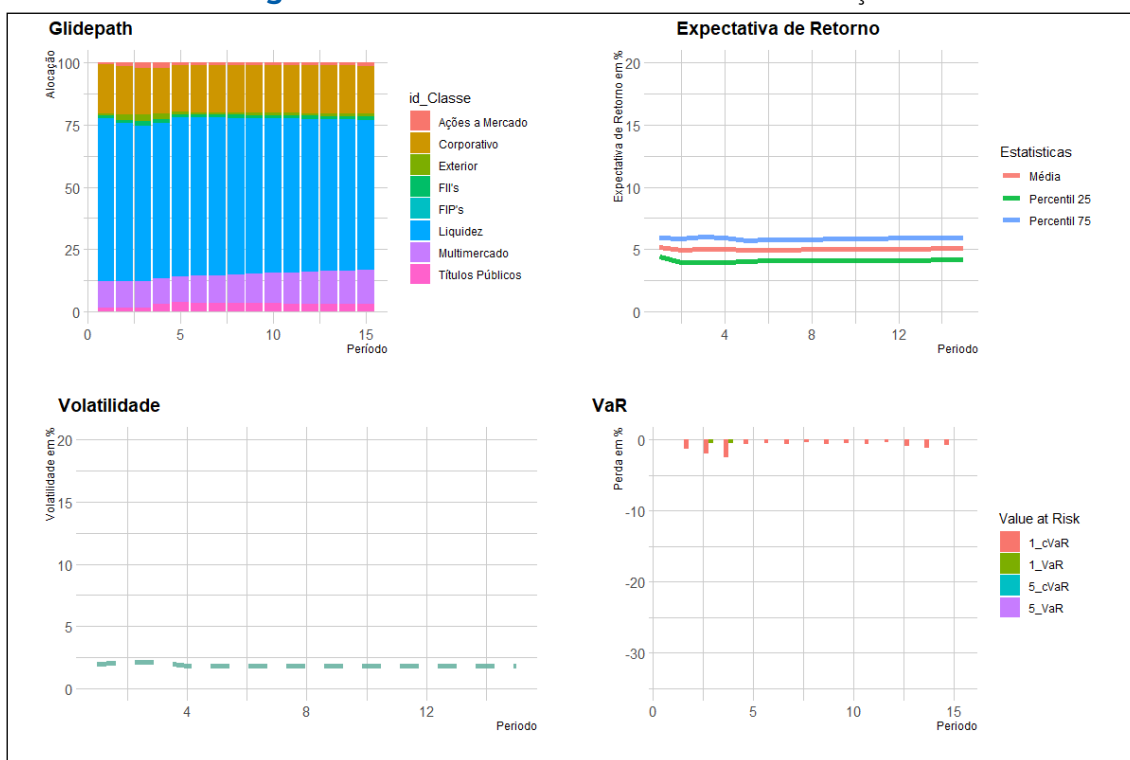
Por se tratar da carteira que representa fase de acumulação e possuir função objetivo de maximização do patrimônio, foi a que obteve

¹⁸ Adotou-se como índice de referência 4,5%.

maior retorno real nos 15 anos de simulação. O retorno médio no período foi de aproximadamente 9%, enquanto os percentis 25 e 75 se situaram entre 1,13% e 16,5% respectivamente. Por se tratar de carteira com maior risco essa amplitude das estatísticas de retorno já era esperada.

Quanto ao risco do portfólio, os resultados apontam para volatilidade média de 11,7% e conforme dito acima, se mostrou a carteira com maior variação dos retornos. Em termos de VaR (*Value at Risk*), observa-se potencial perda máxima média para um único ano de 11,7% com intervalos de confiança de 95%. Já o CVaR (*Conditional Value at Risk*) aponta para a perda média de 16,6% no horizonte das simulações, com intervalo de confiança de 95%.

Figura 5 – Resultados ALM – Carteira Preservação



Elaboração: Própria

6.4 CARTEIRA BASE

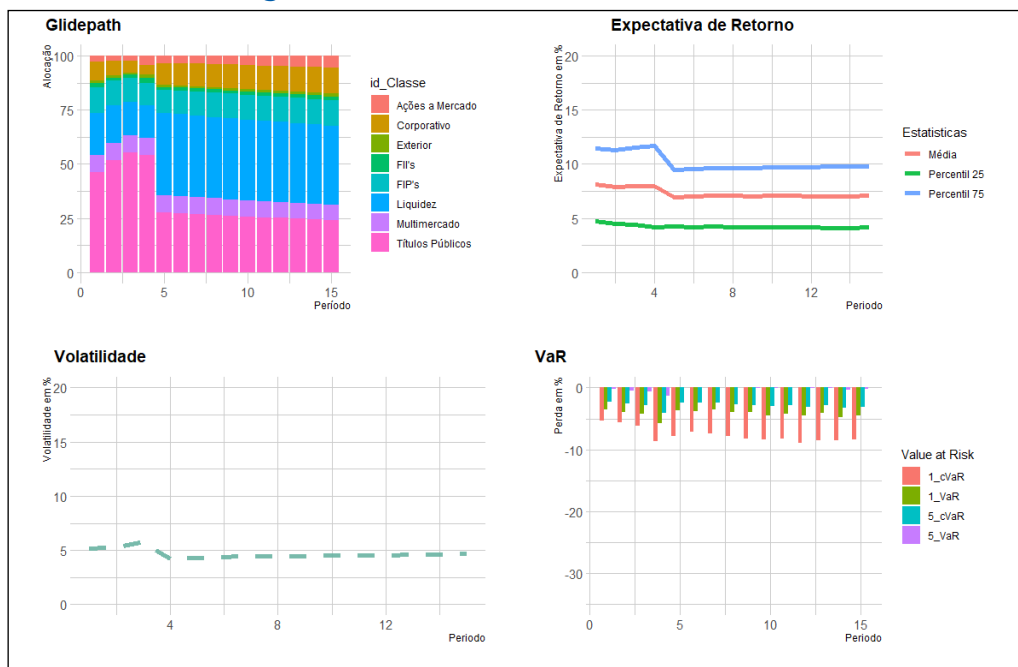
A Carteira Base representa o portfólio ótimo gerado para todos os participantes de um plano de benefícios que não possui Ciclo de Vida. Foi maximizado Índice de Sharpe onde o processo de otimização encontra *glidepath* que maximiza a relação retorno/risco. A sua diferença para a Carteira de Consolidação se dá no limite mínimo de liquidez na Classe de CDI de 10% e na possibilidade de alocação em

Fundos de *Private Equity*. Os resultados de alocação, retorno e risco da carteira estão apresentados na figura 7.

A trajetória de alocação encontrada possui predominância de Renda Fixa, com a alocação em torno de 74% durante todo horizonte simulado. Houve predominância entre as classes de Títulos Públicos e CDI. Ademais, observa-se aplicação no segmento de Investimentos Estruturados próximo ao limite máximo permitido pela legislação de 20%.

O retorno médio no período foi de aproximadamente 7,3%, enquanto os percentis 25 e 75 se situaram entre 4,26% e 10,17% respectivamente. Nota-se que a inclusão dos Fundos de Private Equity aumentou o retorno esperado da carteira em 0,8 p.p. em relação à Carteira de Consolidação. Quanto ao risco do portfólio, os resultados apontam para volatilidade média de 4,67%. Em termos de VaR (*Value at Risk*), observa-se potencial perda máxima média para um único ano de 0,2% com intervalos de confiança de 95%. Já o CVaR (*Conditional Value at Risk*) aponta para a perda média de 2,8% no horizonte das simulações, com intervalo de confiança de 95%.

Figura 6 – Resultados ALM – Carteira Base



Elaboração: Própria



7

7

CONCLUSÕES

A presente dissertação apresentou adoção do Ciclo de Vida na geração das alocações ótimas para fundos de pensão no Brasil. De forma a cumprir o objetivo do trabalho foram geradas, a partir de um modelo de ALM estocástico multiperíodo, 3 carteiras ótimas com seus respectivos *glidepaths* representando as fases de vida dos participantes (Acumulação, Consolidação e Preservação) e para avaliar o impacto da aplicação do Ciclo de Vida, foi gerada quarta carteira representando cenário Base, ou seja, aquele em não existe a figura do Ciclo de Vida e todos os participantes independentemente de idade ou horizonte de aposentadoria compartilham de um mesmo portfólio.

Os resultados obtidos para as carteiras integrantes do Ciclo de Vida apresentaram redução gradual do nível de risco tanto em nível de volatilidade quanto em termos de perda máxima do portfólio. Dessa forma, conforme o participante envelhece e fica mais próximo da sua aposentadoria ele migra para uma carteira que possui menor expectativa de retorno, porém que possui menor possibilidade de perdas da sua riqueza acumulada de forma a proteger suas reservas. Já a carteira Base apresenta um portfólio diversificado, porém que não apresenta diferenciação entre seus participantes que acabaram de ingressar no plano de benefícios nem daqueles que estão prestes a se aposentar.

O estudo propôs um olhar adicional à geração das carteiras dos planos de benefícios das entidades fechadas de previdência complementar no Brasil. Foi realizado a partir de funções objetivas específicas para cada fase de vida dos participantes e que poderá é ser utilizado como base para estudos e implementações futuras por parte dos fundos de pensão ou de outras instituições tais como a própria PREVIC.

Em termos de estudos e incorporações adicionais à essa dissertação, existe a possibilidade de inclusão de outras variáveis macroeconômicas e de mercado, tais como taxa de câmbio e Ibovespa por exemplo, para melhor previsão das expectativas de retorno, bem como inclusão de outras classes que representem rol de ativos aqui não contemplados.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ABRAPP. Consolidado Estatístico de Dezembro de 2021. Abril de 2022. Disponível em: https://www.abrapp.org.br/wp-content/uploads/2022/04/Consolidado-Estatistico_12.2021.pdf

ABRAPP. **Manual de boas práticas na gestão de empréstimos a participantes e assistidos das entidades fechadas de previdência complementar** [livro eletrônico] / [organização] ABRAPP - Associação Brasileira das Entidades Fechadas e Previdência Complementar, Grupo de Trabalho Ad-hoc de Empréstimos e Financiamentos. -- 2. ed. rev. e ampl. -- São Paulo: ABRAPP - Associação Brasileira das Entidades Fechadas e Previdência Complementar, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.sophia.com.br/terminal/9147/Busca/Download?codigoArquivo=56472>

ANBIMA. **Índices de Mercado ANBIMA: IMA-B**. Agosto de 2022. Disponível em: https://www.anbima.com.br/data/files/A7/64/C2/96/D65FE610DC784BE6192BA2A8/IMA_B_Lamina.pdf

ANBIMA. **Metodologia IDA: Índice de Debêntures ANBIMA**. Outubro de 2021. Disponível em: https://www.anbima.com.br/data/files/B5/E5/8F/54/7267D7100EF703D76B2BA2A8/Metodologia_IDA_out21.pdf

ANBIMA. **Metodologia IHFA: Índice de Hedge Funds ANBIMA**. Outubro de 2021. Disponível em: https://www.anbima.com.br/data/files/D7/46/36/80/8267D7100EF703D76B2BA2A8/Metodologia_IHFA_out21.pdf

AZOULAY, Yaniv, KUDRYAVTSEV, Andrey e SHAHRABANI, Shosh. **Accumulating approach to the life-cycle pension model: practical advantages**. HRCAC, 2016.

B3. **Fundos de Investimento em Participação**. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/fundos-de-investimento-em-participacoes-fip.htm

B3. **Fundo de Investimento Multimercado**. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/fundo-de-investimento-multimercado-fim-rv.htm

B3. **Índice Brasil 100 (IBrX-100 B3)**. Disponível em: https://www.anbima.com.br/data/files/B5/E5/8F/54/7267D7100EF703D76B2BA2A8/Metodologia_IDA_out21.pdf

BAGLIANO, F. C., FUGAZZA, C. e NICODANO, G. **Pension Funds, Life-Cycle Asset Allocation and Performance Evaluation**. Dipartimento di Scienze Economiche e Finanziarie "G. Prato" Università di Torino Torino, and CeRP. OECD-WB Conference on "Performance of Privately Managed Pension Funds" Mexico City, Janeiro de 2009.

BANCO CENTRAL. **Relatório de Mercado FOCUS de 29/04/2022**. Brasília, 29 de abril de 2022. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20220429.pdf>

BOVENBERG, L., KOIJEN, R., NIJMAN, T. e TEULINGS, C. **Saving and Investing over the Life Cycle and the Role of Collective Pension Funds**. De Economist 155, n 4, 2007.

BRASIL. Lei nº 4.682, de 24 de janeiro de 1923. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1920-1929/decreto-4682-24-janeiro-1923-538815-publicacaooriginal-90368-pl.html>

BRASIL. Lei nº 6.435, de 15 de julho de 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6435.htm

BRASIL. Portaria Previc nº 390, de 22 de junho de 2021. Disponível em: https://www.gov.br/previc/pt-br/canais_atendimento/entidades-sistemicamente-importantes-esi/exercicio-de-2022.pdf/@@download/file/Exerc%C3%ADcio%20de%202022.pdf

CAMPBELL, John Y., COCCO, João F., GOMES, Francisco J. e MAENHOUT, Pascal J. **Investing Retirement Wealth: A Life-Cycle Model**. NBER Chapters, in: Risk Aspects of Investment-Based Social Security Reform, páginas 439-482, National Bureau of Economic Research, Inc.

CERQUEIRA, Vitória Sander, SILVA, Sabrina Amélia de Lima e, SANT'ANA, Naiara Leite dos Santos, CHAIN, Caio Peixoto. **As Alterações Regulamentares dos Investimentos dos Fundos de Pensão e Sua Influência na Alocação e Rentabilidade**. XIV Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade. São Paulo, 28 de julho de 2017. Disponível em: <https://congressousp.fipecafi.org/anais/17UspInternational/ArtigosDownload/239.pdf>

CHETOUANE, Mabrouk. **Default Options: Are the life cycle funds the solution?**. Banque de France, Dezembro de 2010.

CMN Resolução nº 4.994, de 24 de março de 2022. **Dispõe sobre as diretrizes de aplicação dos recursos garantidores dos planos administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar**. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt->

[br/orgaos/entidades-vinculadas/autarquias/previc/regulacao/normas/resolucoes/resolucoes-cmn/resolucao-cmn-ndeg-4-994-de-24-de-marco-de-2022.pdf/view#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20diretrizes%20de,entidades%20fechadas%20de%20previd%C3%Aancia%20complementar.](https://www.funcef.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8A80EB807B01D101807B1CE28A764C&inline=1)

FUNCEF. Relatório Anual de Informações 2021. Brasília, 2022. Disponível em:

<https://www.funcef.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8A80EB807B01D101807B1CE28A764C&inline=1>

MARÇAL, Heglehyschynton Valério. **Três ensaios sobre gerenciamento de ativos e passivos em Fundos de Pensão**. Tese de Doutorado, Universidade Católica de Brasília, 2011.

MAROTA, Marconi Cordeiro. **Previdência e Assistência no Brasil Imperial: As demandas por aposentadorias e pensões junto ao governo monárquico**. Trabalho de Pós-Graduação, UFF, 2019.

MARQUES, Demosthenes. **Asset Liability Management (ALM) para Entidades Fechadas de Previdência Complementar no Brasil: Validação de um modelo de otimização com a aplicação a um caso prático**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2011.

MINDLIN, Dimitry. **Principles od Optimal Glide Path Design**. CDI Advisors Research, 13 de março de 2013.

MSCI. **MSCI World Index (USD)**. Julho de 2022. Disponível em: <https://www.msci.com/documents/10199/149ed7bc-316e-4b4c-8ea4-43fcb5bd6523>

NIELSEN, Soren, ZENIOS, Stravos. **Solving Multistage Stochastic Network Programs on Massively Parallel Computers**. University of Minnesota e Syracuse University, New York, 1995.

NOLTE, Ana Claudia Alves. **Fundos ciclo de vida e sua aplicação ao mercado brasileiro**. Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas, 2019.

PREVIC <https://www.gov.br/previc/pt-br/a-previc>

PREVIC <https://www.gov.br/previc/pt-br/previdencia-complementar-fechada/entidades-fechadas-de-previdencia-complementar-efpc>

ROSEN, Dan, ZENIOS, Stravos, A. **Enterprise-Wide Asset and Liability Management: Issues, Institutions, and Models**. Handbook of Asset and Liability Management Volume 1, 2006.

SECRETARIA DO TESOURO. **Cálculo da Rentabilidade dos Títulos Públicos Ofertados no Tesouro Direto**. Disponível em:

https://www.tesourodireto.com.br/data/files/7B/67/BC/64/53B2D610393A62D6894D49A8/Calculo_Rentabilidade_TesouroIPCA.pdf

VICEIRA, Luis M. **Life-Cycle Funds**. Harvard Business School, maio de 2007.



idn

Bo
pro
cit
ref
Nos
são

idp

A ESCOLHA QUE
TRANSFORMA
O SEU CONHECIMENTO