

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MBA EM FINANÇAS E GESTÃO DE RISCO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

***Gestão de Ativos e Passivos em Fundos de Pensão:
Aplicação do ALM em Plano de Benefício Definido***

RAFAEL MARCONI RODRIGUES

Matrícula nº: 114120033

Orientador: Prof. Manuel Alcino Ribeiro da Fonseca

RIO DE JANEIRO
SETEMBRO/2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS
MBA EM FINANÇAS E GESTÃO DE RISCO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

***Gestão de Ativos e Passivos em Fundos de Pensão:
Aplicação do ALM em Plano de Benefício Definido***

Rafael Marconi Rodrigues

Matrícula nº: 114120033

Orientador: Prof. Manuel Alcino Ribeiro da Fonseca

RIO DE JANEIRO
SETEMBRO/2016

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor.

Dedico esta monografia

Aos meus amigos e familiares que me acompanham diariamente e em especial a minha filha Laura que nascerá em breve.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Felisberto e Rute, pelo enorme carinho que criaram a mim e minha irmã, Raquel e por terem me proporcionado uma excelente educação e formação.

Agradeço a minha esposa Carolina pelo total apoio e compreensão durante o período de estudos.

Agradeço a todos os colegas e ex-colegas de trabalho que de alguma forma colaboraram para o meu desenvolvimento profissional.

Agradeço aos grandes professores que tive ao longo do curso por transmitirem seus conhecimentos em finanças.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a.a. - Ao ano;

ABRAPP - Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar;

ALM – Asset and Liability Management;

BD – Benefício Definido;

CAP – Caixa de Aposentadorias e Pensões;

CD – Contribuição Definida;

CGPC – Conselho de Gestão de Previdência Complementar;

CMN – Conselho Monetário Nacional;

CV – Contribuição Variável;

EAPC – Entidade Aberta de Previdência Complementar;

EFPC – Entidade Fechada de Previdência Complementar;

FENAPREVI – Federação Nacional de Previdência e Vida;

INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social;

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo;

NTN-B – Notas do Tesouro Nacional série b;

PGBL – Plano Gerador de Benefício Livre;

RGPS – Regime Geral de Previdência Social;

RPPS – Regime Próprio de Previdência Social;

VaR – *Value at Risk*;

VGBL – Vida Gerador de Benefício Livre;

VNA – Valor nominal atualizado;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Sistema Previdenciário no Brasil	11
2.1.1. Previdência Social	11
2.1.2. Previdência Complementar.....	12
2.1.3. Previdência Complementar Aberta.....	13
2.1.4. Previdência Complementar Fechada	14
2.2. Aplicação dos recursos nas EFPC	16
2.2.1. Renda Fixa	18
2.2.2. Renda Variável	19
2.2.3. Investimentos estruturados e no exterior.....	20
2.2.4. Imóveis	20
2.2.5. Operações com participantes	21
2.3. Riscos na gestão dos recursos das EFPC	21
2.3.1. Risco de Mercado.....	21
2.3.2. Risco de Crédito	21
2.3.3. Risco Operacional	22
2.3.4. Risco de Liquidez	22
2.3.5. Risco de descasamento entre ativos e passivos.....	23
2.4. Modelagem Macroeconômica	24
2.5. Modelagem dos Ativos Financeiros.....	25
2.6. Modelagem do Passivo Atuarial.....	26
2.6.1. Tábuas de Biométricas	27
2.6.2. Rotatividade.....	27
2.6.3. Crescimento Salarial	27

2.6.4.	Taxa Real anual de Juros	28
2.7.	ALM.....	28
2.7.1.	Otimização de Ativos	30
2.7.2.	<i>Cash-flow Matching</i>	31
2.7.3.	ALM Estocástico	32
3.	Metodologia	33
3.1.	Cenário Macroeconômico	33
3.2.	Avaliação Atuarial.....	34
3.2.1.	Base de dados e premissas atuariais	34
3.2.2.	Anuidade Vitalícia.....	35
3.2.3.	Provisões Matemáticas.....	35
3.2.4.	Fluxo de Benefícios.....	36
3.3.	Modelagem dos Ativos Financeiros.....	36
3.3.1.	Preços das NTN-B.....	36
3.3.2.	Fluxo de caixa das NTN-B	37
3.4.	ALM.....	38
3.4.1.	Premissas do estudo de ALM.....	38
3.4.2.	Objetivos	39
4.	Resultados	40
4.1.	Resultados da Avaliação Atuarial	40
4.2.	Carteira de Investimentos	40
5.	Conclusão	43
	Anexo	47
6.	Referências Bibliográficas.....	44

1. INTRODUÇÃO

O sistema de previdência complementar possui atualmente um importante papel na economia brasileira e nas próximas décadas essa relevância deve ganhar ainda mais destaque com o envelhecimento da população, o aumento da expectativa de vida e a limitação da Previdência Social.

No Brasil, a previdência complementar se subdivide em previdência complementar aberta e previdência complementar fechada. A primeira é administrada por bancos e seguradoras, e é oferecida ao público em geral. A segunda é oferecida exclusivamente a funcionários de empresas ou associados de uma entidade de classe, através de entidades de previdência complementar.

Atualmente o setor concentra mais de 20 milhões de segurados e aproximadamente R\$ 1,1 trilhão em ativos financeiros, o que representa em torno 20% do PIB. Em países desenvolvidos, a previdência complementar possui uma representatividade do PIB bem mais considerável. Nos Estados Unidos, por exemplo, o setor concentra ativos correspondentes a aproximadamente 60% do PIB americano.

Nesse contexto, as entidades de previdência complementar assumem um papel fundamental no cenário social e econômico. Além de serem as responsáveis por prover renda de aposentadoria para milhares de pessoas, as entidades investem consideráveis recursos no mercado financeiro, gerando empregos e movimentando a economia.

Essa dissertação terá como enfoque principal a previdência complementar fechada. As entidades de previdência complementar fechada são estruturadas em sociedades civis sem fins lucrativos, e seu principal objetivo é administrar os recursos dos participantes e de seus patrocinadores de forma a honrar todos os benefícios futuros definidos em regulamentos.

Dessa forma, torna-se um grande desafio a boa gestão dos investimentos, buscando não apenas uma boa rentabilidade, mas um retorno

que seja consistente com os compromissos de longo prazo assumidos com os participantes.

Uma entidade de previdência complementar está sujeita a diversos riscos em suas atividades, dentre eles o risco de mercado, de crédito, operacional e de liquidez. Mas, sem sombra de dúvidas, o risco de descasamento entre ativos e passivos é aquele que requer uma maior atenção e atuação dos gestores.

Atualmente, diversas ferramentas e conceitos são utilizados pelos gestores das entidades de previdência complementar para reduzir ou até mesmo mitigar esse risco de descasamento. A essa atividade dá-se o nome de *asset and liability management* (ALM) ou gestão integrada de ativos e passivos.

O objetivo desse trabalho é a validação de um modelo matemático de ALM na categoria *cash-flow matching*. Para tal, será apresentado um caso prático de um plano previdenciário estruturado na modalidade de benefício definido, formado exclusivamente por participantes em gozo de benefício.

No Capítulo 2 será apresentada a revisão bibliográfica contendo a contextualização do sistema previdenciário brasileiro com enfoque na previdência complementar fechada, os principais segmentos de investimentos das EFPC, os riscos aos quais estão expostos os gestores de investimentos e o processo de ALM com suas principais técnicas, englobando a modelagem macroeconômica, de ativos financeiros e do passivo atuarial.

No Capítulo 3 será apresentada a metodologia de parametrização de um ALM na modalidade de *cash-flow matching* no que tange a definição do cenário macroeconômico, dos ativos financeiros e da avaliação atuarial. No Capítulo 4 serão apresentados os resultados do modelo de ALM. Por fim, no Capítulo 5 estão descritas as principais conclusões do estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema Previdenciário no Brasil

O sistema previdenciário no Brasil é formado por dois pilares: a previdência social pública e a previdência complementar privada.

2.1.1. Previdência Social

De acordo com o portal Capesep, a previdência social é um seguro que mediante contribuições tem o objetivo de prover subsistência ao trabalhador, em caso de perda de sua capacidade laborativa por motivo de doença, acidente de trabalho, maternidade, reclusão, morte e velhice.

A origem da previdência social no Brasil se deu em 24 de janeiro de 1923, através da Lei Eloy Chaves, quando foram criadas as CAPs (Caixas de Aposentadorias e Pensões) para os empregados das empresas ferroviárias. Ao longo das décadas seguintes o sistema se ampliou e com a promulgação da Constituição Federal de 1988 tomou os moldes atuais, estendendo-se a todos os trabalhadores.

Criado em 27 de junho de 1990, através do Decreto n° 99.350, o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) é uma autarquia do Governo Federal vinculada ao Ministério do Trabalho e Previdência Social responsável pela administração do Regime Geral de Previdência Social (RGPS).

O RGPS é um sistema de filiação obrigatória para todas as pessoas que exercem atividade remunerada, caráter contributivo e sem acumulação de recursos. Dessa forma, os pagamentos dos benefícios dos segurados são custeados pelas contribuições dos que estão em atividades.

Além do RGPS também fazem parte do pilar da previdência social os Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS) que podem ser instituídos pelos municípios, estados e união em substituição ao RGPS, de forma a organizar o sistema de previdência de seus servidores a partir de contribuições específicas.

Segundo Rodarte (2011), a previdência Social tem como principal objetivo cobrir a renda dos menos favorecidos, que não encontram condições de acumular reserva adicional durante o período laboral. Já para os mais favorecidos, a previdência social age apenas como cobertura parcial da renda.

Rodarte (2011) ainda enfatiza que apesar do pressuposto apresentado acima, atualmente o INSS mantém parcialmente a renda de todos, à exceção daqueles que recebem vencimentos equivalentes ao salário mínimo, conforme ilustrado no Gráfico 1.

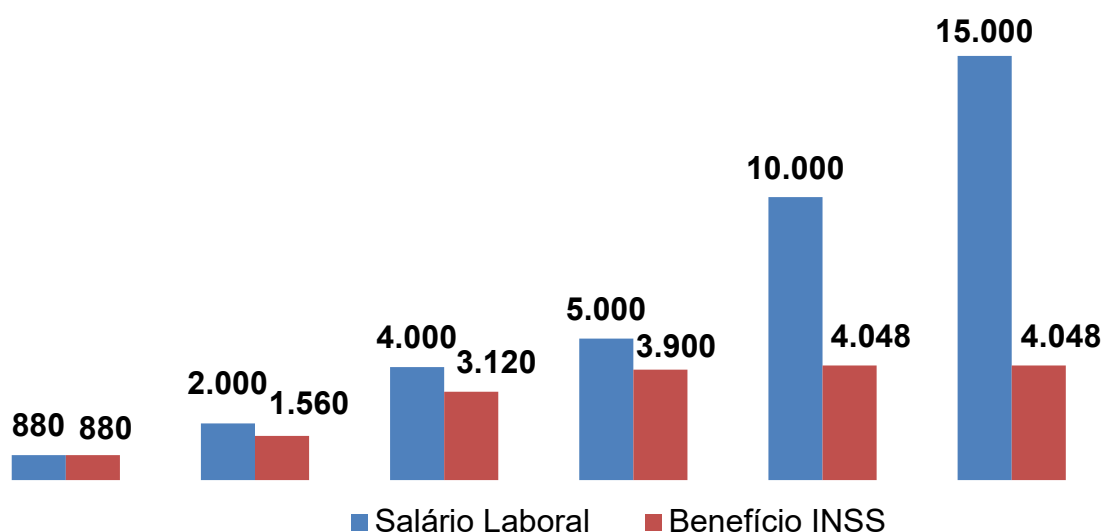


Gráfico 1 – Salário na ativa comparado com o respectivo benefício do INSS para segurado aposentado com 58 anos de idade e 35 anos de serviço.

Fonte: Elaboração própria.

Dado esse cenário, uma opção aos trabalhadores que desejem manter seu nível de renda mensal após o período laboral é recorrer, em adição à previdência social, ao segundo pilar do nosso sistema, a previdência complementar privada.

2.1.2. Previdência Complementar

Conforme disposto na Lei Complementar n° 109, de 29 de maio de 2011, a previdência privada é um regime de caráter complementar e facultativo, organizado de forma autônoma ao RGPS.

Ainda de acordo com a Lei Complementar n°109, este regime deve ser operado por entidades de previdência complementar. O objetivo principal

dessas entidades é instituir e executar planos de benefícios, baseados na constituição de reservas que garantem o pagamento dos benefícios contratados.

De acordo com o portal Capesep, há no Brasil dois segmentos de previdência complementar privada: a aberta, que qualquer pessoa pode contratar, e a fechada, destinada a grupos, como os funcionários de uma empresa ou os associados de uma entidade de classe.

2.1.3. Previdência Complementar Aberta

A previdência complementar aberta é operada por bancos e seguradoras através de entidades abertas de previdência complementar – EAPC.

Conforme Lei Complementar nº 109, as EAPC são constituídas sob a forma de sociedades anônimas e têm por objetivo instituir e operar planos de benefícios de caráter previdenciário, concedidos em forma de renda continuada ou pagamento único, acessíveis a quaisquer pessoas físicas.

Atualmente os principais produtos ofertados pelas EAPC são os planos PGBL - Plano Gerador de Benefício Livre e o VGBL - Vida Gerador de Benefício Livre.

Tanto no PGBL como no VGBL, o segurado passa por duas fases: a primeira ocorre durante a vida laboral onde os recursos são acumulados e investidos, fase essa conhecida também por formação do patrimônio. Já a segunda fase, é o período de benefício que começa em uma idade mais elevada e é quando o segurado passa a receber da forma escolhida os recursos acumulados na primeira fase.

A principal diferença entre o PGBL e o VGBL está na questão tributária, no PGBL os valores acumulados podem ser abatidos da base de cálculo do imposto de renda até um limite de 12% da remuneração total, no VGBL não há essa vantagem. Porém, na fase de recebimento do benefício, o VGBL tributa apenas a parcela do benefício referente ao ganho de capital enquanto no PGBL todo benefício é tributado.

O mercado de previdência complementar aberta vem ganhando relevância ao longo dos últimos anos. O presidente da Federação Nacional de Previdência Privada e Vida – Fenaprevi, Edson Franco, teceu o seguinte comentário sobre o tema extraído de matéria publicada no portal da Fenaprevi:

“Mesmo diante de um cenário econômico adverso em 2015, o investidor manteve a estratégia de buscar formação de poupança de longo prazo para garantir renda complementar na aposentadoria.”

De acordo com relatório anual da Fenaprevi (2016), em 2015 o sistema de previdência aberta contava com 12.501.390 segurados com uma poupança total de aproximadamente 473 bilhões Reais.

Ao longo da última década, o setor obteve um crescimento nominal de suas reservas em 580%, conforme ilustrado no Gráfico 2.

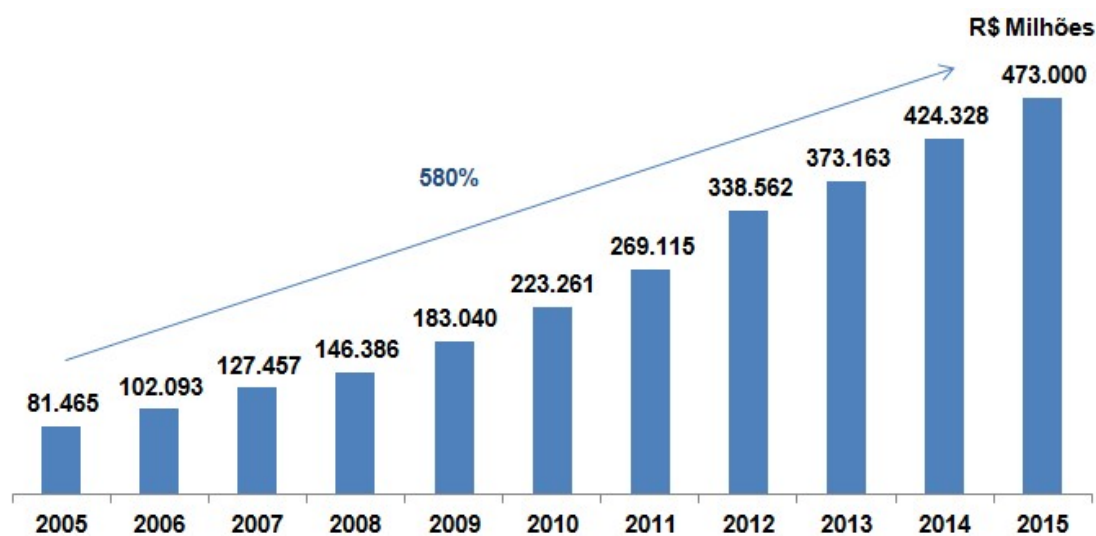


Gráfico 2 – Evolução dos recursos administrados pelas EAPCs.

Fonte: Fenaprevi.

2.1.4. Previdência Complementar Fechada

A Previdência complementar fechada é operada pelas entidades fechadas de previdência complementar - EFPC, também conhecidas como "fundos de pensão".

Conforme Lei Complementar nº 109, as EFPC organizam-se sob a forma de entidade civil sem fins lucrativos, oferecem exclusivamente planos coletivos e são acessíveis a grupos específicos de trabalhadores, vinculados a empregadores, chamados de patrocinadores, ou a entidades representativas de classe, denominados instituidores.

De acordo com o portal Capesep, os planos administrados pelas EFPC se subdividem em Plano de Benefício Definido (BD), Plano de Contribuição Definida (CD) e Plano de Contribuição Variável (CV).

A classificação do tipo de plano deve observar o disposto na Resolução CGPC nº 16, de 22 de novembro de 2005. Conforme a referida Resolução, o plano BD é aquele cujos benefícios de aposentadoria programada têm seu valor previamente estabelecido e seu custeio definido atuarialmente.

Já o plano CD é aquele cujos benefícios programados têm valor ajustado ao saldo de recursos acumulados em nome do participante, inclusive na fase de recebimento dos benefícios, considerando o resultado líquido de sua aplicação, valores aportados e benefícios pagos.

Por fim, o plano CV é aquele cujos benefícios programados possuem conjugação das modalidades de Planos BD e CD.

Segundo Rodarte (2011), ao contrário das EAPC, os primeiros fundos de pensão (atualmente denominados EFPC) começam a surgir na década de 70, principalmente os patrocinados pelas empresas estatais.

O setor passa a ganhar fôlego com o marco regulatório da Lei nº 6.434, de 15 de julho de 1977, e na década de 80 começam a criação de EFPC ligadas às empresas privadas.

No início da década de 2000, com a promulgação das Leis Complementares nº 108 e 109, a previdência complementar ganhou novo impulso com alinhamento às melhores práticas internacionais no que tange à transparência, boa gestão financeira e aperfeiçoamento na governança corporativa.

De acordo com o consolidado estatístico da ABRAPP de março/2016, o sistema de previdência complementar conta com 307 EFPC assistindo 7,2 milhões de vidas (ativos, assistidos e beneficiários) e um patrimônio a total de R\$ 711 bilhões, o que corresponde a aproximadamente 13% do PIB brasileiro.

A Tabela 1 apresenta um resumo da evolução histórica do mercado de fundos de pensão ao longo das últimas décadas.

Histórico	Anos 70	Anos 80	Anos 90	Anos 2000	2011-2015
Entidades Autorizadas	118	244	360	368	313*
Patrocinadoras	500	1.000	2.333	2.884	3.168
Instituidores	-	-	-	316	492
Participantes (milhões)	1,18	1,71	1,63	2,25	2,5**
Assistidos (milhões)	nd	0,13	0,38	0,66	0,74**
Patrimônio (bilhões)	US\$ 3,7	US\$ 12,1	US\$ 66,5	US\$ 335	US\$ 236
% PIB	1,4%	2,3%	13,6%	14,8%	12,9%

* EFPCs ativas mar/15
** Dados de dez/14

Base dez/1981
Dólar - PTAX
Venda = Cr\$ 127,8

Base dez/1990
Dólar - PTAX
Venda = Cr\$ 170,06

Base dez/2000
Dólar - PTAX
Venda = R\$ 1,96

Base dez/2010
Dólar - PTAX
Venda = R\$ 1,67

Base jun/2015
Dólar - PTAX
Venda = R\$ 3,10

Tabela 1 – Evolução das EFPCs ao longo das décadas.

Fonte: ABRAPP

2.2. Aplicação dos recursos nas EFPC

Os investimentos dos recursos garantidores dos planos de benefícios administrados pelas EFPC são normatizados pela Resolução CMN N° 3.792, de 24 de setembro de 2009.

Conforme o artigo 17 desta Resolução, os recursos dos planos administrados pelas EFPC podem ser aplicados nos seguintes segmentos:

- I – renda fixa;
- II – renda variável;
- III - Investimentos estruturados;
- IV – investimentos no exterior;
- V – imóveis
- VI – operações com participantes.

Os gráficos 3 e 4 ilustram a proporção de investimento das EFPC em cada segmento disponível.

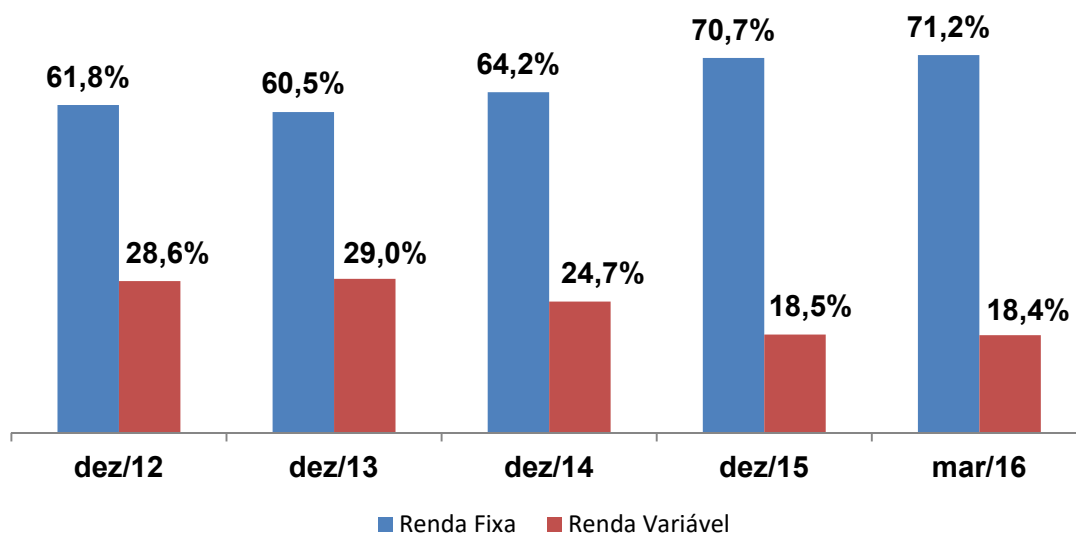


Gráfico 3 – Proporção de ativos em renda fixa e renda variável no total do Patrimônio das EFPCs.

Fonte: ABRAPP

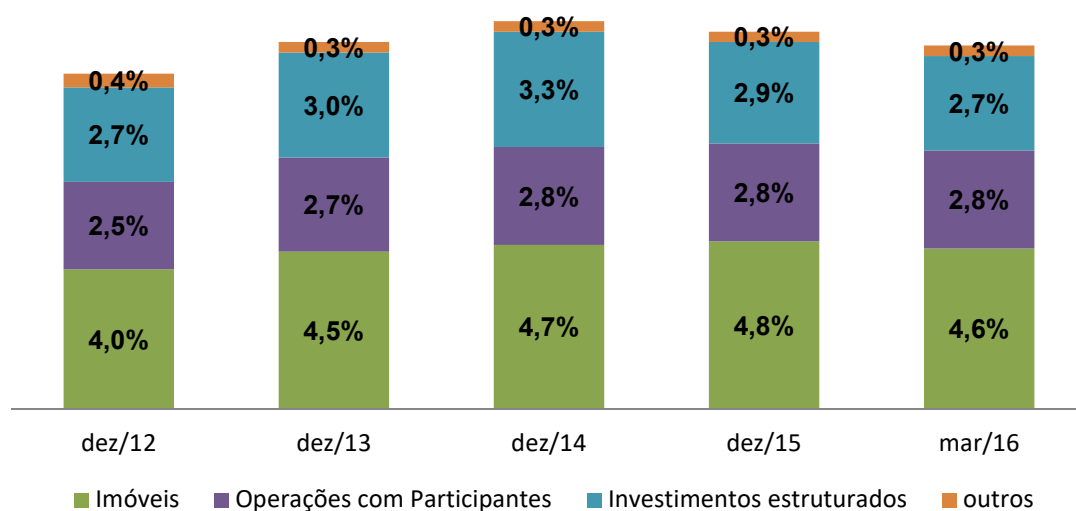


Gráfico 4 – Proporção dos demais ativos no total do Patrimônio das EFPC.

Fonte: ABRAPP

A aplicação dos recursos administrados pelas EFPC deve observar a modalidade do plano de benefícios administrado, suas especificidades e características de suas obrigações, com objetivo de manter o equilíbrio entre seus ativos e passivos.

Esses recursos devem ser aplicados no mercado financeiro em consonância com a política de investimentos elaborada pela EFPC para cada plano administrado.

Conforme artigo 16 da Resolução CMN N° 3.792/2009, a política de investimentos deve ser elaborada antes do início a que se referir e deve conter, dentre outros, os seguintes itens:

- I - alocação de recursos e os limites por segmento de aplicação;
- II - limites por modalidade de investimento, se estes forem mais restritivos que os estabelecidos na Resolução; e
- III - a metodologia e os critérios para avaliação dos riscos de crédito, de mercado, de liquidez, operacional, legal e sistêmico.

A Tabela 2 apresenta os limites de alocação para cada segmento de investimentos.

Segmento	Limite Mínimo	Limite Máximo
Renda Fixa	0%	100%
Renda Variável	0%	70%
Investimentos Estruturados	0%	20%
Investimentos no Exterior	0%	10%
Imóveis	0%	8%
Operações com Participantes	0%	15%

Tabela 2 – Limite mínimo e máximo por segmento, em relação ao patrimônio total.

Fonte: Elaboração

2.2.1. Renda Fixa

Segundo Berger (2012), ativos de renda fixa são instrumentos financeiros cuja característica principal é o conhecimento do valor de resgate no início do prazo de aplicação.

A Resolução CMN N° 3.792/2009 classifica os principais instrumentos de renda fixa disponíveis para as EFPC, destacando-se os títulos da dívida

públicos, títulos e créditos de dívida privados e fundos de investimentos de renda fixa.

Sobre os títulos de dívida, vale salientar o previsto na Resolução CGPC nº 4, de 30 de janeiro de 2002 (alterada pela Resolução CGPC nº 22, de 25 de setembro de 2006):

- i. Títulos para negociação: aqueles adquiridos com objetivo de serem negociados, independente do prazo a decorrer da data de aquisição. Esses títulos devem ser ajustados pelo valor de mercado.
- ii. Títulos mantidos até o vencimento: títulos de baixo risco em que haja a intenção e capacidade financeira de mantê-los em carteira até o vencimento, respeitado o prazo mínimo de 12 meses para o vencimento a contar da data de aquisição. Esses títulos devem ser ajustados pelo custo de aquisição, acrescidos dos rendimentos auferidos.

De acordo com o consolidado estatístico – ABRAPP de março/2016, a carteira de renda fixa administrada pelas EFPC no Brasil é de R\$ 506.894 milhões.

2.2.2. Renda Variável

Segundo Berger (2012), ativos de renda variável são caracterizados por não se conhecer ou não existir seus valores de resgate, em qualquer data.

A Resolução CMN N° 3.792/2009 classifica os principais instrumentos de renda variável disponíveis para as EFPC, destacando-se as ações no mercado à vista e os fundos de renda variável.

A meta de um plano de benefícios é a rentabilidade mínima necessária das aplicações financeiras de um plano de previdência para garantir o cumprimento dos seus compromissos futuros

No passado, com as altas taxas de juros praticadas no mercado financeiro, títulos de renda fixa eram suficientes para superar a meta atuarial dos planos de benefícios o que tornava o mercado de ações pouco atrativo.

Com a estabilização econômica e redução da taxa de juros, alcançar a meta atuarial se tornou mais complicado sendo necessário correr mais riscos na carteira de investimentos.

Nesse contexto, os gestores das entidades de previdência passaram a diversificar suas carteiras, assumindo uma parcela maior de risco em troca de uma expectativa de maior rentabilidade. Sendo o investimento em ações, segundo Weiss (2003), responsável por uma considerável parcela de risco das carteiras das EFPC.

De acordo com o consolidado estatístico – ABRAPP de março/2016, a carteira de renda variável administrada pelas EFPCs no Brasil monta em R\$ 130.514 milhões.

2.2.3. Investimentos estruturados e no exterior

Os investimentos estruturados e no exterior compõe uma parcela bem reduzida das carteiras administradas pelas EFPC. No primeiro segmento os principais ativos são cotas em fundos de investimentos em empresas emergentes, cotas em fundos imobiliários e participações societárias, já o segundo se restringe basicamente a títulos de dívidas externas, fundos de investimentos no exterior e ações de companhias abertas no exterior.

As carteiras administradas pelas EFPC englobam um montante de R\$ 18.858 milhões e R\$ 2.214 milhões, para investimentos estruturados e investimentos no exterior, respectivamente, conforme o consolidado estatístico – ABRAPP de março/2016.

2.2.4. Imóveis

Esse segmento é caracterizado por empreendimentos imobiliários de propriedade das EFPC, o seu retorno advém de aluguéis e normalmente são ativos de baixa liquidez.

De acordo com o consolidado estatístico – ABRAPP de março/2016, a carteira de imóveis administrada pelas EFPC no Brasil é de R\$ 32.732 milhões.

2.2.5. Operações com participantes

As operações com participantes são empréstimos pessoais concedidos aos segurados dos planos de benefícios administrados pelas EFPC. São ativos de baixo risco de crédito, pois se tratam de empréstimo consignado em folha de pagamentos ou com algum bem como garantia.

De acordo com o consolidado estatístico – ABRAPP de março/2016, a carteira de imóveis administrada pelas EFPC no Brasil é de R\$ 19.783 milhões.

2.3. Riscos na gestão dos recursos das EFPC

Segundo Rieche (2005), as EFPC estão expostas, em maior ou menor grau, a diferentes tipos de risco, tais como os de mercado, de crédito, de liquidez, operacional e, em particular, de descasamento entre ativos e passivos, uma vez que têm obrigações com longo prazo de maturação.

2.3.1. Risco de Mercado

Segundo Rieche (2005), o risco de mercado pode ser definido como o risco de perdas no valor do portfólio decorrentes de flutuações nos preços e taxas de mercado. Pode-se medir o risco de mercado de forma relativa ou absoluta.

Na forma relativa o objetivo é medir o grau de descolamento em relação a um determinado índice de referência (*benchmark*). Já na forma absoluta são utilizadas medidas de risco amplamente difundidas, tais como: *downside deviation* (desvios de retorno das carteiras em relação à meta atuarial), testes de stress, desvios padrões de retornos passados, relação risco/retorno e o valor em risco (VaR).

2.3.2. Risco de Crédito

Segundo Rieche (2005), o risco de crédito caracteriza-se pela possibilidade de inadimplência das contrapartes em operações realizadas no mercado ou dos emissores de títulos e valores mobiliários integrantes da

carteira, podendo resultar, conforme o caso, em perdas financeiras até o montante do valor total a ser recebido.

A medição desse risco pode ser feita com base em classificação de *ratings* de agências classificadoras internacionais, tais como: Standard & Poor's, Fitch Ratings e Moody's.

A forma de mitigar esse risco é a definição de uma política de *rating* mínimo e de limitação de concentração de títulos de acordo com seu *rating* e prazo de vencimento.

2.3.3. Risco Operacional

De acordo com Rieche (2005), o risco operacional está associado à operação do negócio e pode ser subdividido em três tipos: risco de pessoas, risco de processos e risco de tecnologia.

Nas EFPC, este risco pode ser minimizado pela formalização de procedimentos e acompanhamento do processo decisório por meio de dispositivos regulamentares internos, tais como: implementação de uma área de *compliance*, contratação de controladoria fiduciária externa, adoção de código de conduta e ética, definição de manuais de investimentos e uso de plataforma eletrônica de negociação.

2.3.4. Risco de Liquidez

Segundo Rieche (2005), o risco de liquidez está associado à transformação de um ativo não monetário em dinheiro. Esse risco pode ser classificado como de mercado ou de fluxo de caixa.

O risco de liquidez de mercado é caracterizado pela não possibilidade de execução de uma transação ao preço de mercado em função da insuficiência de atividade. A sua minimização pode ser feita através de estabelecimentos de limites de investimentos em determinados mercados.

O risco de liquidez de fluxo de caixa diz respeito à incapacidade de cumprir alguma obrigação, forçando a liquidação de ativos em condições

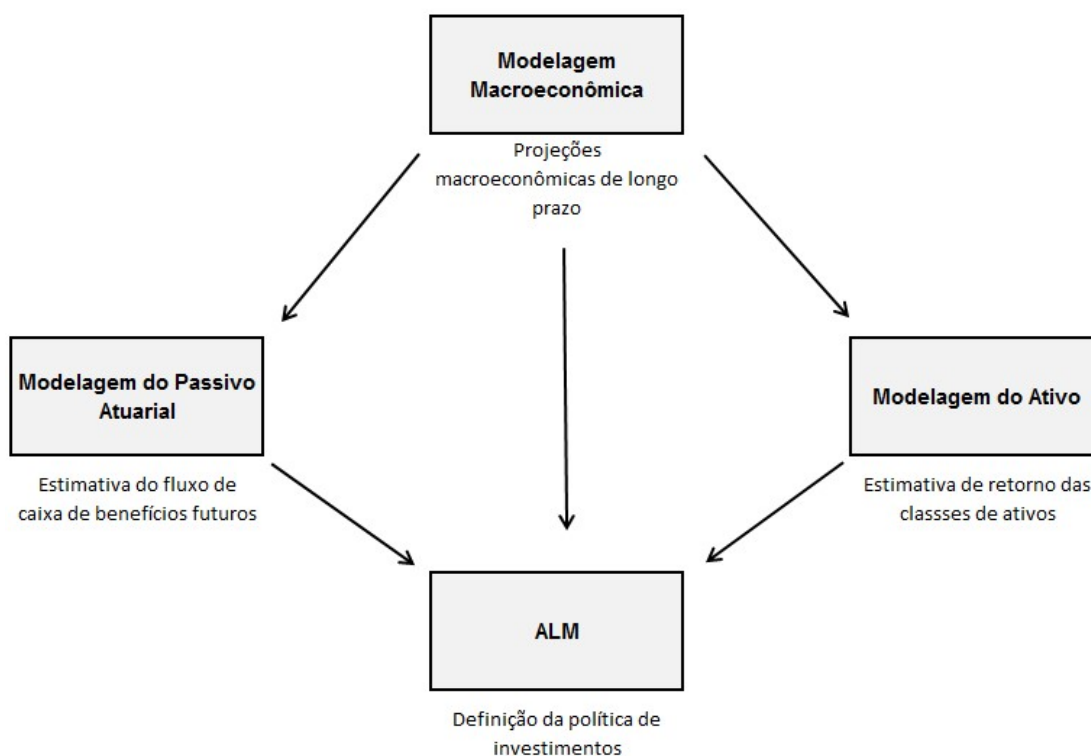
desfavoráveis. A sua minimização se dá pelo gerenciamento adequado das necessidades.

2.3.5. Risco de descasamento entre ativos e passivos

De acordo com Lustosa e da Silva (2003), o maior risco para uma EFPC é não ter recursos para fazer face aos seus compromissos e deixar de pagar benefícios, tornando-se essencial a alocação do ativo levando-se em conta o perfil do passivo.

Nesse contexto, torna-se de suma importância a decisão da estratégia de investimentos dos ativos da EFPC de forma que os passivos sejam cobertos com alta probabilidade evitando também uma iliquidez temporal. A esse processo de gestão ativo passivo dá-se o nome de *Asset and Liability Management* (ALM).

O modelo de ALM pode ser estruturado com base na interconexão de quatro sistemas, objetivando subsidiar a tomada de decisão de investimentos, conforme Quadro 1.



Quadro 1 – Estrutura do modelo de ALM

Fonte: Adaptado de Lustosa e da Silva (2003)

2.4. Modelagem Macroeconômica

De acordo com Lustosa e da Silva (2003) a modelagem macroeconômica assume papel fundamental em um estudo de ALM. É a partir dela que serão definidas as perspectivas de rentabilidade das diversas classes de ativos no longo prazo.

A boa prática sugere que os cenários econômicos utilizados pela EFPC devem ser baseados em estudos qualificados, com cenário de referência para a construção de sua política de investimentos.

Também devem ser considerados cenários otimistas e pessimistas, de modo que eventuais choques estejam contemplados em cenários alternativos de stress e façam parte das bandas, permitindo desenvolver planos de contingência da EFPC para seus investimentos.

Em muitas EFPC já existe uma equipe interna dedicada aos cenários econômicos, em outras se utiliza a ajuda de consultores externos ou mesmo projeções contidas nas pesquisas divulgadas pelo Banco Central, mas qualquer que seja a fonte é importante não se basear apenas nos dados históricos, principalmente em um ambiente econômico em constante transformação, como o Brasil.

A Tabela 3, como exemplo, contempla as premissas macroeconômicas utilizadas no estudo de ALM do Plano de Benefício Definido da Fundação Real Grandeza, conforme exposto em sua Política de Investimentos de 2016, disponibilizada em sua página na internet.

	2016	2017	2018	2019	2020*
PIB	-3,50%	0,50%	1,50%	1,50%	2,00%
IPCA	7,10%	6,20%	6,20%	5,70%	4,90%
Selic	13,30%	12,30%	12,30%	11%	10%
Taxa de Juros Real	6,30%	5,50%	5,60%	5,10%	5,00%

* 2020 em diante

Tabela 3 – Projeção cenário macroeconômico

Fonte: Política de Investimentos – www.frg.com.br

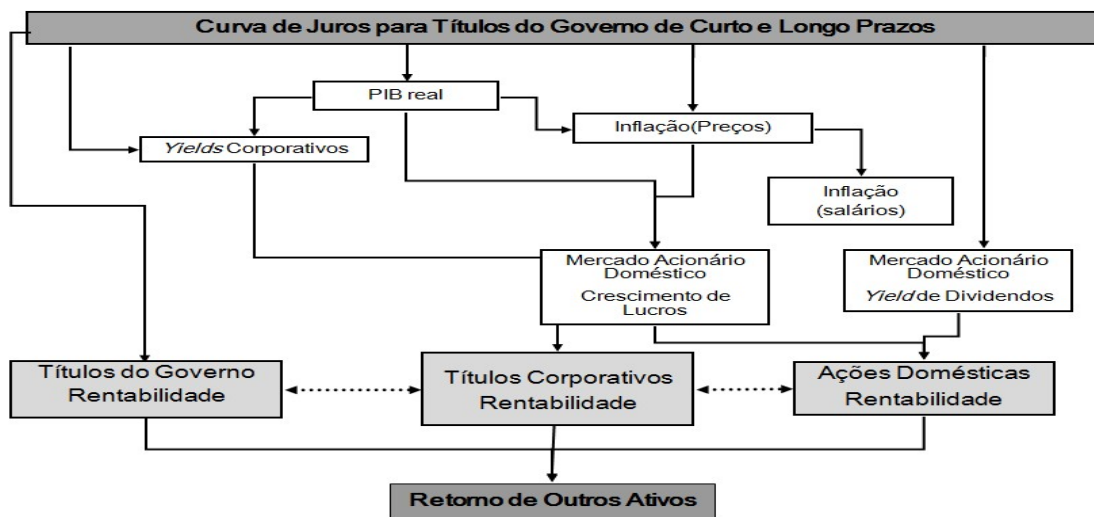
2.5. Modelagem dos Ativos Financeiros

Conforme Lustosa e da Silva (2003), o objetivo da modelagem dos ativos é projetar os retornos de cada classe de ativos dado o atual portfólio, hipóteses de reinvestimento e as premissas advindas do módulo macroeconômico, permitindo inferir a alocação de investimentos mais indicada para fazer face aos compromissos atuariais.

Nessa modelagem é de suma importância identificar ativos ilíquidos ou de baixa liquidez da carteira, tais como contratos de dívidas com os patrocinadores, imóveis, debêntures e quaisquer outros que não possam ser negociados facilmente. Caso contrário, pode-se chegar a uma solução que indique a liquidação de algum desses ativos, que não poderia se concretizar operacionalmente.

Outra importante ação é a divisão dos títulos em renda fixa classificados em papéis precificados na curva e mantidos até o vencimento e os papéis precificados a preço de mercado. Por motivos legais, as EFPCs devem manter os papéis marcados na curva até o vencimento, o que os torna ilíquidos para antecipação.

Tradicionalmente as rentabilidades de cada classe de ativos são definidas a partir de um modelo específico em função de variáveis macroeconômicas ou um prêmio de risco sobre as mesmas variáveis.



Quadro 2 – Modelagem dos Ativos

Fonte: Seminário "Estudo de Gestão de Ativos e Passivos (ALM) - Conceitos e abordagens" realizado em julho/2015 no Instituto Brasileiro de Atuária por Francisca Brasileiro.

2.6. Modelagem do Passivo Atuarial

Conforme Lustosa e da Silva (2003), o objetivo da modelagem do passivo atuarial é estimar o fluxo futuro de contribuições e benefícios baseado em um conjunto de variáveis necessárias para esse cálculo, a saber: regulamento do plano de benefícios, regras normativas, dados cadastrais da população de participantes do plano de benefícios e premissas atuariais.

O regulamento do plano é o documento que descreve a forma e regra de recolhimento das contribuições e pagamento dos benefícios além de todas as questões operacionais específicas.

Regras normativas são as leis, resoluções, instruções e recomendações editadas pelos órgãos reguladores com objetivo de manter a solvência e liquidez do sistema.

As premissas atuariais constituem a base técnica de uma modelagem de passivo atuarial. Através delas serão feitas todas as estimativas futuras em relação às questões de natureza demográficas, biométricas, econômicas e financeiras. Sua adequada utilização é fundamental para tomadas de decisões estratégicas pelas EFPC e permitem um planejamento de longo prazo para comprimento das obrigações futuras de pagamento de benefícios.

As principais premissas atuariais envolvidas em uma avaliação atuarial de plano de benefícios são:

2.6.1. Tábuas de Biométricas

Essas tábuas refletem o comportamento biométrico da população de um plano de benefícios em relação aos eventos de mortalidade, entrada em invalidez, morbidez e mortalidade de inválidos.

A sua escolha deve levar em consideração a experiência histórica da população em estudo, bem como a perspectiva de alterações futuras, baseada em informações como o aumento da expectativa de vida, melhoria na condição de vida, evoluções da medicina, entre outros.

É importante ressaltar que o uso de tábuas descasadas com a realidade pode causar desequilíbrios estruturais no plano.

2.6.2. Rotatividade

Essa premissa em conjunto com as tábuas biométrica define a evolução da população ao longo dos anos futuros. A rotatividade é uma taxa de saída dos participantes do plano por estarem também se desligando da empresa patrocinadora.

Sua adoção acarreta um cálculo de obrigação futura menor e sua aplicabilidade deve estar alinhada com a política de RH da patrocinadora de forma a não influenciar em desequilíbrios futuros ao plano.

2.6.3. Crescimento Salarial

Em muitos planos o nível do benefício oferecido é calculado em função do salário do participante durante sua vida laboral. Dessa forma, é necessário estimar o salário do participante ao longo de sua carreira, para tal, usa-se a taxa de crescimento salarial.

Assim como a rotatividade, a taxa de crescimento salarial deve ser discutida e estudada massivamente pela área de Recursos Humanos da patrocinadora, visto que o seu impacto no cálculo do passivo atuarial pode ser de enorme relevância.

2.6.4. Taxa Real anual de Juros

A taxa anual real de juros é utilizada como taxa de desconto para apuração do valor presente dos fluxos de benefícios e contribuições de um plano de benefícios e deverá corresponder ao valor esperado da rentabilidade futura de retorno dos investimentos do plano de benefícios.

De acordo com a Resolução CGPC nº 18, de 26 de março de 2006 e alterações, a taxa deve ser apurada com base em estudo técnico que comprove a convergência da rentabilidade dos investimentos com o fluxo futuro de receitas de contribuições e pagamento de benefícios.

A taxa apontada pelo estudo estará limitada ao intervalo correspondido entre 70% da taxa de juros parâmetro e 0,4% a.a. acima da taxa parâmetro, sendo a taxa parâmetro estipulada pelo órgão regulador (PREVIC) de acordo com a duração do fluxo de pagamentos de benefícios do plano.

A PREVIC definirá a taxa parâmetro de acordo com a média de três anos das estruturas a termo de taxa de juros diária baseadas nos títulos públicos federais indexados ao IPCA.

2.7. ALM

Segundo Weiss (2003), o ALM pode ser definido com um conjunto de ferramentas destinadas a maximizar a probabilidade de que os objetivos de rentabilidade e solvência da administração previdenciária sejam atingidos, minimizando, assim, o risco da entidade.

Pode-se destacar também o exposto no artigo 5 da Resolução CMN nº 3.792, de 24/09/2009:

“A aplicação dos recursos deve observar a modalidade do plano de benefícios, suas especificidades e as características de suas obrigações, com o objetivo da manutenção do equilíbrio entre os seus ativos e passivos.”

O ALM, dentro do contexto das EFPC, é um modelo de gestão de ativos financeiros com estratégias de investimentos voltadas para honrar os compromissos do passivo previdenciário.

No estudo de ALM é definida a alocação estratégica que é a distribuição de recursos entre os segmentos de investimentos, em classes de ativos previamente definidas, que serve de referencial de longo prazo – acima de 5 anos – para a gestão dos ativos.

Essa alocação estratégica deve estar alinhada com algumas características do plano de benefícios, tais como: modalidade do plano (BD, CD ou CV), situação financeira atual do plano, características da massa de participantes, objetivos do plano e grau de aversão ao risco.

Dentre os principais objetivos do estudo de ALM, destacam-se:

- Aprimorar a alocação de ativos integrado à gestão do passivo;
- Apurar a aderência da estimativa de rentabilidade com a meta atuarial do passivo;
- Projetar e analisar a situação financeira do plano através da projeção do ativo e do passivo;
- Definir objetivos de longo prazo e níveis de risco desejados/suportados;
- Avaliar alterações na carteira de ativos, através de fronteira eficiente para adequar e expectativa de retorno aos objetivos do plano e risco desejado.

Em relação ao curto prazo, diante da possibilidade de ocorrência de quaisquer eventos não previstos quando da definição da alocação estratégica, o gestor da EFPC poderá tomar decisões de alocações táticas com o intuito de maximizar o retorno da carteira. Focado no curto e no médio prazos, este tipo de alocação permite que, sem promover um distanciamento excessivo da alocação estratégica, sejam aproveitadas oportunidades surgidas em função de alterações significativas nos cenários previamente traçados.

Conforme enfatizado anteriormente, o estudo de ALM deve levar em consideração, dentre outros, a modalidade do plano de benefícios e o perfil de

participantes. Abaixo, estão descritos alguns tipos de estudo de ALM, de acordo com as características dos Planos.

2.7.1. Otimização de Ativos

Esse tipo de abordagem é utilizado tradicionalmente nos planos de benefícios estruturados na modalidade de contribuição definida. Nesses planos não há um compromisso com o valor do benefício na data da aposentadoria, o mesmo é definido de acordo com o recursos acumulados em nome de cada participante.

Dessa forma, as decisões de investimentos são tomadas de acordo com o benefício desejado pelos participantes, possibilitando inclusive a oferta de perfis de investimentos diferenciados para diferentes categorias de participantes.

A otimização dos ativos é estruturada a partir da projeção do cenário econômico e premissas de risco e retorno para diferentes classes de ativos e também da correlação entre elas.

A partir dessas projeções é gerada a fronteira eficiente que maximiza a relação risco vs. retorno das diversas carteiras propostas. A escolha da carteira é tomada em função da rentabilidade desejada ou por um nível máximo de risco tolerável.

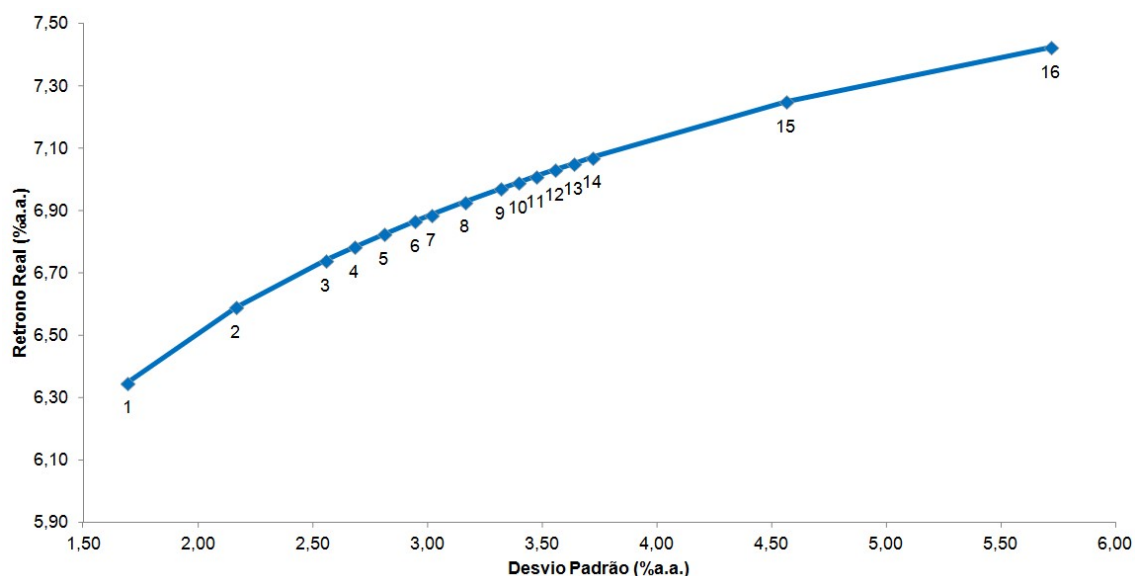


Gráfico 5 – Fronteira eficiente com opções de carteiras

Fonte: Elaboração própria

2.7.2. *Cash-flow Matching*

O *cash-flow matching* consiste na elaboração de uma carteira de renda fixa que se comporte de forma semelhante ao fluxo de pagamento de benefícios esperado.

As vantagens dessa abordagem de ALM são os baixos custos e sua simples implementação, possibilitando, inclusive, a manutenção dos títulos até o seu vencimento, o que permite uma precificação dos mesmos pela curva, protegendo o plano de variações na curva de juros e mudanças de cenários econômicos.

Atualmente os títulos de renda fixa que mais se assemelham às características dos passivos atuariais são as NTN-B. Porém a falta de uma maior diversidade de vencimentos trás uma dificuldade ao modelo no que tange ao risco de reinvestimento.

Essa técnica de ALM é usualmente utilizada em planos de benefício definido maduros, ou seja, que já possuem a maior parte de sua população recebendo benefício e também com índice de solvência maior que um.

Os planos que possuem déficit necessitam incorrer em maiores riscos para apurar retornos superiores a meta atuarial ou recorrer a novas contribuições de participantes e patrocinadores.

2.7.3. ALM Estocástico

O ALM estocástico é amplamente utilizado em planos de benefício definido. Nesses planos há um compromisso com o valor do benefício na data da aposentadoria, conforme definido no regulamento do plano, portanto é necessária uma gestão dos ativos do plano de forma integrada com o passivo, de forma a manter a solvência em níveis aceitáveis ao longo do tempo.

No ALM estocástico o retorno e risco das diferentes classes de ativos são projetadas da mesma forma que na otimização de ativos.

Porém, no ALM estocástico a fronteira eficiente gera o conjunto de carteiras que geram o maior nível de solvência (ativo/passivo) para cada nível de risco assumido.

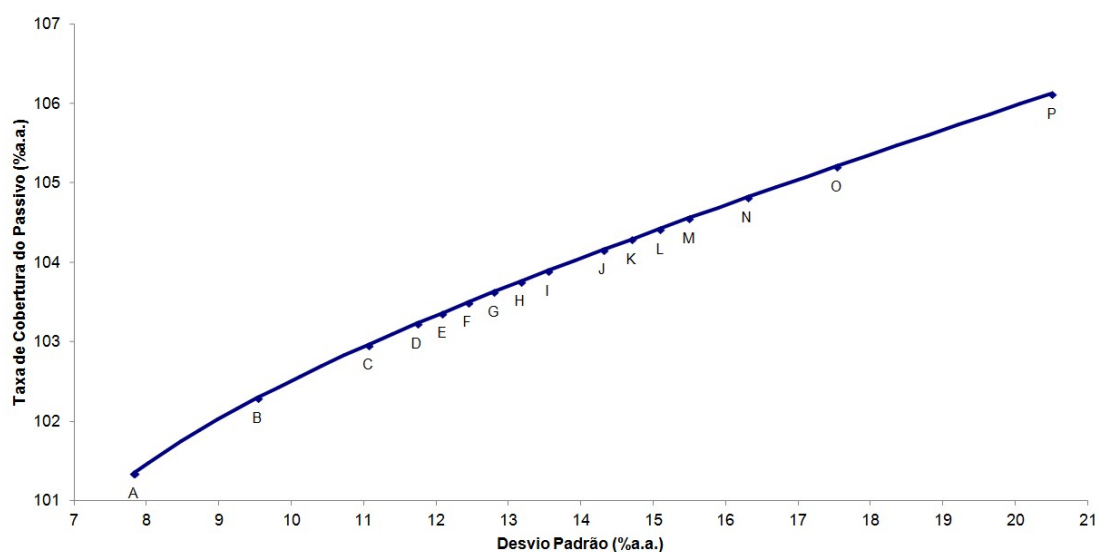


Gráfico 6 – Fronteira eficiente com opções de carteiras

Fonte: Elaboração própria

3. Metodologia

Este capítulo se dedica a apresentar a metodologia utilizada em um estudo de ALM na modalidade de *cash-flow matching*. Para o estudo foi selecionado um Plano de Benefício Definido formado exclusivamente por participantes em gozo de benefício e a data base de 31 de março de 2016. Nesse plano são pagos benefícios mensais vitalícios aos participantes, incluindo 13º benefício.

Por se tratar de participantes em gozo de benefício, os valores de pagamentos mensais já estão todos definidos, tornando-se irrelevante o critério de apuração inicial dos mesmos. Vale apenas notar que os benefícios são reajustados anualmente no mês de janeiro pela inflação medida pelo IPCA, acumulada dos últimos 12 meses.

O estudo de ALM atravessa três importantes etapas: definição do cenário macroeconômico, modelagem do passivo atuarial ou avaliação atuarial, e modelagem dos ativos financeiros. Após essas três etapas, é definida uma meta de carteira de investimentos a ser criada e a elaboração da política de investimentos.

3.1. Cenário Macroeconômico

Por se tratar de um estudo de *cash-flow matching*, apenas títulos públicos comporão a carteira de investimentos, dessa forma, serão consideradas premissas macroeconômicas em relação à taxa Selic e a inflação medida pelo IPCA.

A fonte de pesquisa para essas projeções foi a Política de Investimentos do Plano de Benefícios Definidos da Fundação Real Grandeza, disponibilizada em seu portal na internet (www.frg.com.br), conforme Tabela 4 abaixo.

	2016	2017	2018	2019	2020*
IPCA	7,10%	6,20%	6,20%	5,70%	4,90%
Selic	13,30%	12,30%	12,30%	11%	10%

* 2020 em diante

Tabela 4 – Projeção cenário macroeconômico.

Fonte: Política de Investimentos – www.frg.com.br

3.2. Avaliação Atuarial

A etapa seguinte do estudo de ALM é a avaliação atuarial do Plano de Benefícios. Na avaliação atuarial, é apurado pela EFPC o valor presente de todas as obrigações futuras com os participantes do plano de benefícios em questão. A esse montante dá-se o nome de Provisão Matemática.

Outra informação extraída da avaliação atuarial e de suma importância para o estudo de ALM é o fluxo de pagamento de benefícios futuros a todos os participantes do plano de benefício.

Para realização da avaliação atuarial é necessária a base de dados cadastrais de todos os participantes do plano de benefícios e as premissas atuariais utilizadas no cálculo das provisões matemáticas e do fluxo de benefícios futuros.

A base técnica para avaliação atuarial foi retirada de Mano e Ferreira (2009).

3.2.1. Base de dados e premissas atuariais

Na Tabela 5 e Tabela 6 abaixo se encontram um resumo dos dados cadastrais utilizados e premissas atuariais utilizadas na avaliação atuarial, respectivamente.

Participantes Aposentados	
Número	6.674
Idade	67,3
Benefício Médio	R\$ 8.590
Participantes Inválidos	
Número	213
Idade	65,3
Benefício Médio	R\$ 3.227
Participantes Pensionistas	
Número	1.474
Idade	67,4
Benefício Médio	R\$ 2.160

Tabela 5 – Estatísticas da massa de participantes em gozo de benefício.

Fonte: Demonstrativo Atuarial – Real Grandeza

Premissas Atuariais	
Taxa real anual de juros	5,70% a.a.
Projeção de crescimento real do benefício do plano	0,00% a.a.
Fator de capacidade para benefícios	100%
Tábua de mortalidade geral	AT-2000 segregada por sexo
Tábua de mortalidade de Inválidos	RP 2000 Disabled segregada por sexo

Tabela 6 – Premissas utilizadas na avaliação atuarial

Fonte: Elaboração própria.

3.2.2. Anuidade Vitalícia

A anuidade vitalícia (a_x) representa o valor de 1 unidade monetária paga anualmente a uma pessoa de idade x até o momento de sua morte, levando em consideração uma taxa de juros e uma tabela com taxas de mortalidade pré-estabelecidas.

$$a_x = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{(1+juros)} \cdot \text{probabilidade de sobrevivência entre a idade } x \text{ e } x + 1 \\ + \frac{1}{(1+juros)^2} \cdot \text{probabilidade de sobrevivência entre a idade } x + 1 \text{ e } x + 2 \\ + \frac{1}{(1+jur)^3} \cdot \text{probabilidade de sobrevivência entre a idade } x + 2 \text{ e } x + 3 \\ \dots \text{ Até a última idade da tabela de mortalidade} \end{array} \right.$$

3.2.3. Provisões Matemáticas

A provisão matemática é calculada individualmente para cada participante i de acordo com a fórmula abaixo:

$$PMBC_i = \text{Benefício mensal} \cdot a_x \cdot \text{número de pagamentos} \cdot \text{fator de capacidade}$$

$$\text{número de pagamentos} = 13 \text{ pagamentos anuais}$$

As provisões matemáticas totais do plano são apuradas através do somatório das provisões matemáticas individuais.

$$PMBC_{Total} = \sum_{i=1}^n PMBC_i$$

3.2.4. Fluxo de Benefícios

O fluxo de benefícios representa todos os valores que deverão ser desembolsados no final de cada ano para pagamento dos compromissos atuariais do Plano.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ano 1} = \text{Benefício} * \text{probabilidade de sobrevivência entre a idade } x \text{ e } x + 1 \\ \text{Ano 2} = \text{Benefício} * \text{probabilidade de sobrevivência entre a idade } x \text{ e } x + 2 \\ \text{Ano 3} = \text{Benefício} * \text{probabilidade de sobrevivência entre a idade } x \text{ e } x + 3 \\ \text{(...) Até a última idade da tabela de mortalidade} \end{array} \right.$$

3.3. Modelagem dos Ativos Financeiros

A terceira etapa do estudo consiste na escolha dos ativos financeiros que poderão vir a compor a carteira de investimentos.

Como o estudo de caso é um *cash-flow matching*, os ativos financeiros estarão restritos aos títulos públicos NTN-B, que possuem a mesma indexação inflacionária do passivo atuarial do plano.

A base técnica para definição do fluxo de pagamentos das NTN-B foi retirada de Berger (2012).

3.3.1. Preços das NTN-B

A tabela abaixo apresenta as taxas e preços das NTN-B praticadas em 31/03/2016, de acordo com o portal da ANBIMA na internet.

Títulos	Data de Vencimento	Taxa indicativa (% a.a.)	Preço (R\$)
NTN-B	15/08/2016	8,09%	2.849,61
NTN-B	15/05/2017	6,26%	2.907,05
NTN-B	15/08/2018	6,61%	2.835,73
NTN-B	15/05/2019	6,49%	2.879,51
NTN-B	15/08/2020	6,43%	2.828,58
NTN-B	15/05/2021	6,57%	2.848,89
NTN-B	15/08/2022	6,63%	2.785,73
NTN-B	15/05/2023	6,60%	2.825,18
NTN-B	15/08/2024	6,53%	2.781,16
NTN-B	15/08/2026	6,55%	2.760,76
NTN-B	15/08/2030	6,40%	2.773,42
NTN-B	15/05/2035	6,45%	2.783,92
NTN-B	15/08/2040	6,44%	2.729,49
NTN-B	15/05/2045	6,53%	2.728,04
NTN-B	15/08/2050	6,50%	2.687,51
NTN-B	15/05/2055	6,47%	2.736,08

Tabela 7 – Preços de mercado das NTN-B

Fonte: <http://portal.anbima.com.br/>

3.3.2. Fluxo de caixa das NTN-B

No estudo de caso (*cash-flow matching*), a carteira de títulos públicos inicialmente escolhida irá imunizar o pagamento de benefícios futuros, não havendo, portanto, a necessidade da venda antecipada de títulos. Dessa forma, a definição do fluxo de receitas futuras fica facilitada, pois se conhece previamente o cronograma de pagamento dos cupons e principal dos títulos.

Os cupons das NTN-B são de 6% ao ano, pagos semestralmente, sendo esse valor aplicado sobre o VNA do título – Valor Nominal Atualizado. O VNA é o valor de face do título atualizado desde a sua emissão até a data de resgate ou vencimento. No caso das NTN-B, o VNA é atualizado mensalmente pela variação do IPCA. Os seus valores mensais estão disponível no site do Tesouro Nacional.

Os títulos com vencimento em anos pares pagam cupons sempre nos meses de fevereiro e agosto, já os com vencimento nos anos ímpares pagam nos meses de maio e novembro. De forma a exemplificar o exposto, a tabela abaixo mostra o fluxo de pagamentos de uma NTN-B com vencimento em 15/08/2020.

Data de Pagamento	Cupom	Principal	Total
15/08/2016	2,96%	0,00%	2,96%
15/02/2017	2,96%	0,00%	2,96%
15/08/2017	2,96%	0,00%	2,96%
15/02/2018	2,96%	0,00%	2,96%
15/08/2018	2,96%	0,00%	2,96%
15/02/2019	2,96%	0,00%	2,96%
15/08/2019	2,96%	0,00%	2,96%
15/02/2020	2,96%	0,00%	2,96%
15/08/2020	2,96%	100,00%	102,96%

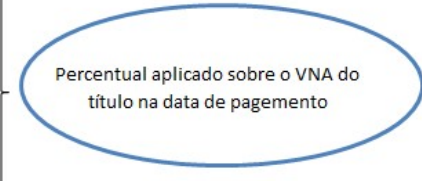


Tabela 8 – Cupons e principal de NTN-B com vencimento em 15/08/2020

Fonte: Elaboração própria

3.4. ALM

O modelo de ALM deste trabalho foi parametrizado em planilha Excel e seu resultado final apurado com auxílio do suplemento *so/ver*. No capítulo Anexo deste Relatório estão dispostas as principais telas extraídas da planilha bem como uma breve descrição do modelo.

Para o funcionamento do modelo fez-se necessária o input de dados na planilha Excel, as premissas consideradas e a definição dos seus objetivos.

Os inputs do modelo foram definidos nas três etapas anteriores: definição do cenário macroeconômico, fluxo do pagamento de benefícios futuros e fluxo de pagamento de cupons de cada título público disponível na data de cálculo.

3.4.1. Premissas do estudo de ALM

As premissas utilizadas na parametrização do modelo de ALM foram as seguintes:

- As provisões matemáticas do plano de benefícios montam em R\$ 13.338.680.465. Esse valor é equivalente ao fluxo de pagamentos do plano descontado a valor presente;
- O plano de benefícios possui um patrimônio total de R\$ 12.300.000.000 disponível, esse montante deve permanecer em caixa ou ser destinado à aquisição de títulos NTN-B que serão mantidos pela entidade até seu vencimento, sem previsão de liquidação antecipada;

- A parcela do patrimônio que permanecer em caixa será remunerada de acordo com a taxa Selic;
- Todos os cupons das NTN-B recebidos deverão ser destinados ao pagamento de benefícios. Os eventuais valores excedentes serão alocados no caixa, sem previsão de reinvestimento em títulos NTN-b;
- Tanto fluxo de benefícios como de investimentos foram considerados em termos reais, ou seja, livres de inflação.

3.4.2. Objetivos

O principal objetivo do modelo de ALM em questão é prover o casamento do fluxo de caixa de pagamento de benefícios apurado em avaliação atuarial com os cupons das NTN-B disponíveis para aquisição na data do estudo.

Uma das premissas do modelo é que os eventuais valores excedentes de cupom não serão reinvestidos em NTN-B, ficando alocados em caixa. O principal motivo para essa premissa é o fato de não ser possível prever uma taxa de mercado para aquisição futura desses títulos. Também é sabido previamente que as atuais NTN-B apresentam no longo prazo uma melhor rentabilidade do que a taxa Selic.

Dessa forma, um segundo objetivo do modelo é priorizar a compra de títulos mais longos o que evita a concentração de recursos em caixa e o consequente risco de reinvestimento com taxas menos atrativas. Além disso, essa priorização acarreta menores taxas transacionais e de administração e uma gestão mais simples da carteira.

4. Resultados

Este capítulo apresenta os resultados do estudo de ALM. Informações mais específicas sobre os procedimentos estão colocadas no Anexo.

4.1. Resultados da Avaliação Atuarial

As provisões matemáticas totais em 31/03/2016 somavam R\$ 13.338.680.645, esse montante representa os valores de benefícios futuros descontados financeiramente a valor presente. No gráfico abaixo é possível observar o fluxo de pagamento de benefícios ao fim de cada ano até a extinção de todos os participantes. Vale notar, que o fluxo desconsidera efeitos inflacionários.

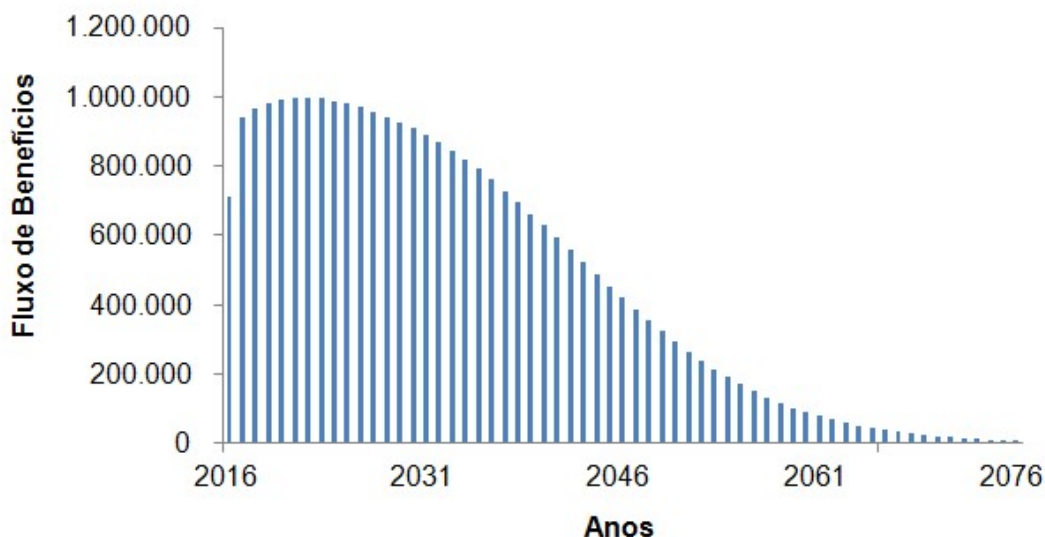


Gráfico 7 – Fluxo de benefícios futuros.

Fonte: Elaboração própria

4.2. Carteira de Investimentos

Na tabela abaixo consta a proposição da carteira de títulos NTN-B a serem adquiridos e mantidos até o vencimento, de forma a quitar todos os pagamentos de benefícios mantendo a liquidez do plano de benefícios.

Data de Vencimento	Quantidade	Preço (R\$)	Valor investido (R\$)
15/08/2016	151.086	2.849,61	430.536.176,46
15/05/2017	63	2.907,05	183.144,15
15/08/2018	49.226	2.835,73	139.591.644,98
15/05/2019	66.230	2.879,51	190.709.947,30
15/08/2020	91.329	2.828,58	258.331.382,82
15/05/2021	204.602	2.848,89	582.888.591,78
15/08/2022	4.063	2.785,73	11.318.420,99
15/05/2023	333.341	2.825,18	941.748.326,38
15/08/2024	53.089	2.781,16	147.649.003,24
15/08/2026	650.446	2.760,76	1.795.725.298,96
15/08/2030	539.535	2.773,42	1.496.357.159,70
15/05/2035	771.613	2.783,92	2.148.108.862,96
15/08/2040	471.242	2.729,49	1.286.250.326,58
15/05/2045	505.247	2.728,04	1.378.334.025,88
15/08/2050	308.770	2.687,51	829.822.462,70
15/05/2055	241.603	2.736,08	661.045.136,24
Total			12.298.599.911,12
Títulos Públicos	12.298.599.911,12		
Caixa	1.400.088,88		
Patrimônio Total	12.300.000.000,00		

Tabela 9 – Proposição de alocação em NTN-B

Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 8 apresenta as barras comparativas entre o fluxo de pagamento de benefícios e o fluxo de recebimento de cupons das NTN-B em cada período. Já o Gráfico 9 demonstra a flutuação do valor em caixa ao longo do período.

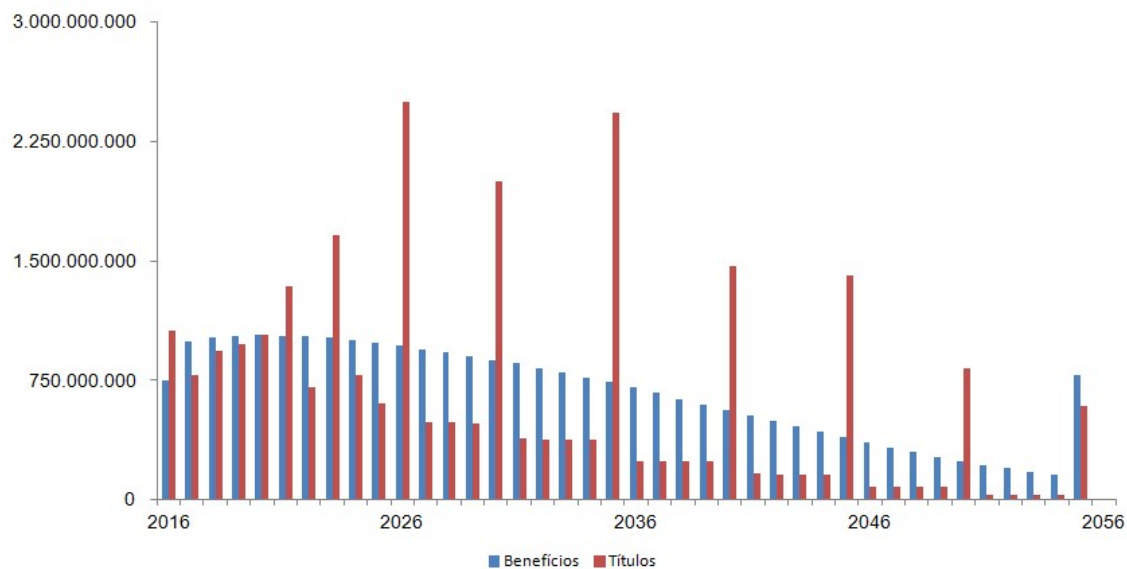


Gráfico 8 – Fluxo de benefícios futuros e cupons de NTN-B

Fonte: Elaboração própria

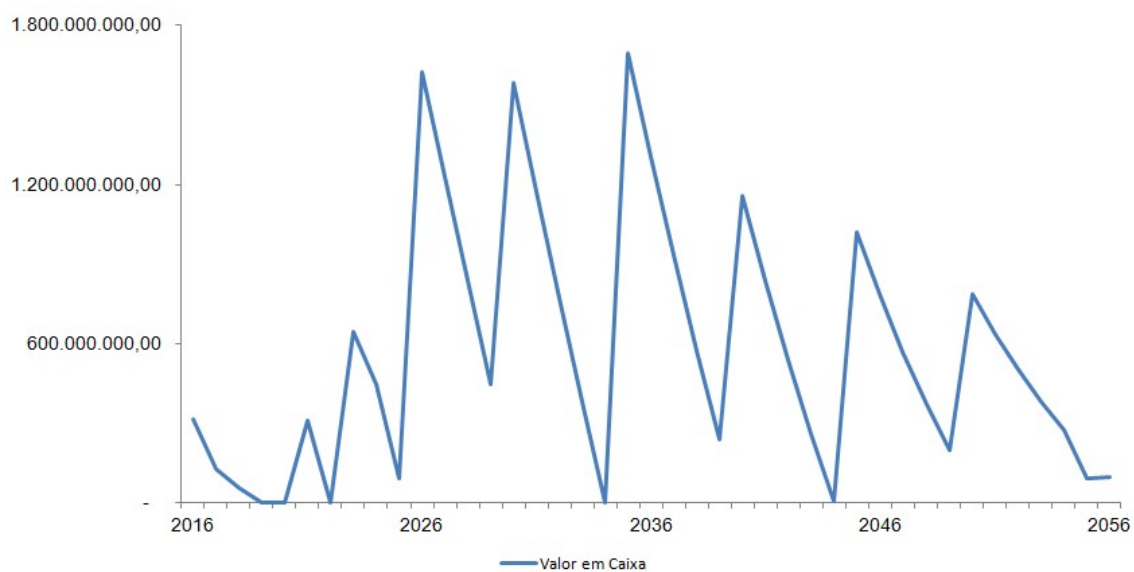


Gráfico 9 – Comportamento dos recursos em caixa.

Fonte: Elaboração própria

5. Conclusão

O presente estudo teve como objetivo apresentar um modelo matemático de gestão conjunta de ativos e passivos (ALM) de um plano de benefício definido. Para tal, foi escolhido um plano formado exclusivamente por participante em gozo de benefício e o modelo de ALM foi o de *cash-flow matching*.

O modelo atingiu um resultado válido, dessa forma podemos assegurar que existem condições de mercado suficientes para investimento do patrimônio total do plano de forma a assegurar todos os pagamentos de benefícios previstos, garantindo a liquidez e a solvência do plano de benefícios.

Vale notar que o modelo satisfaz todas as premissas e cumpriu todos os objetivos pré-estabelecidos. Uma análise conjunta dos gráficos 8 e 9 permite notar o casamento dos fluxos de benefícios e dos cupons das NTN-B e os volumes residuais em caixa.

Um modelo perfeito deveria apresentar no Gráfico 8 barras de benefícios e títulos com tamanhos muito próximos, e no Gráfico 9 volumes em caixa muito próximo de zero. Porém, por uma deficiência do mercado de títulos NTN-B que possui vencimentos espaçados, algumas vezes os recursos devem ser mantidos em caixa para evitar que o modelo apresente uma falta de liquidez pontual.

Pode-se concluir também através da análise do Gráfico 9 que o modelo permaneceu líquido (caixa sempre maior ou igual a zero) durante todo período e ainda apresentou um sobra residual de R\$ 96 milhões no fim do período.

6. Referências Bibliográficas

BERGER, Paulo Lamosa. **Mercado de Renda Fixa no Brasil: ênfase em títulos públicos**. Rio de Janeiro: Nova Razão Cultural, 2012.

BRASIL. **Lei Complementar nº 108, de 29 de maio de 2001**. Dispõe sobre a relação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, suas autarquias, fundações, sociedades de economia mista e outras entidades públicas e suas respectivas entidades fechadas de previdência complementar, e dá outras providências:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp108.htm>. Acesso em: 2 ago. 2016.

_____. **Lei Complementar nº 109, de 29 de maio de 2001**. Dispõe sobre o regime de Previdência Complementar e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp109.htm>. Acesso em: 2 ago. 2016.

_____. **Lei nº 6.435, de 15 de julho de 1977. [Revogada]**. Dispõe sobre a entidades de previdência privada. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6435.htm>. Acesso em: 2 ago. 2016.

_____. **Resolução nº 16 do Conselho Gestor de Previdência Complementar, de 22 de novembro de 2005**. Normatiza os planos de benefícios de caráter previdenciário nas modalidades de benefício definido, contribuição definida e contribuição variável, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.abrapp.org.br/Lists/Legislacao/VisualizarConteudo.aspx?ID=2132&categoria=Resolu%C3%A7%C3%B5es:%20CGCP>>. Acesso em: 2 ago. 2016.

_____. **Resolução nº 4 do Conselho Gestor de Previdência Complementar, de 30 de janeiro de 2002**. Estabelece critérios para registro e avaliação contábil de títulos e valores mobiliários das entidades fechadas de previdência complementar. Disponível em: <

<http://sislex.previdencia.gov.br/paginas/72/MPAS-CGPC/2002/4.htm>>. Acesso em: 2 ago. 2016.

_____. **Resolução nº 22 do Conselho Gestor de Previdência Complementar, de 25 de setembro de 2006.** Altera as Resoluções CGPC nº 4, de 30 de janeiro de 2002, CGPC nº 5, de 30 de janeiro de 2002, CGPC nº 7, de 4 de dezembro de 2003 e dá outras providências. Disponível em: <<http://sislex.previdencia.gov.br/paginas/72/MPS-CGPC/2006/22.htm>>. Acesso em: 2 ago. 2016.

_____. **Resolução nº 3.792 do Conselho Monetário Nacional, de 24 de setembro de 2009.** Dispõe sobre as diretrizes de aplicação dos recursos garantidores dos planos administrados pelas entidades de previdência complementar. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2009/pdf/res_3792_v3_P.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2016.

Capesep – Previdência – Educação Previdenciária – Conhecendo a Previdência. Disponível em <<http://www.capesep.com.br/web/pep/previdencia-no-brasil>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

ELTON, Edwin J. & GRUBER, Martin J. & BROWN, Stephen J. & GOETZMANN, William N. **Moderna Teoria de Carteiras e Análises de Investimentos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

FENAPREVI – **Aportes a planos de previdência complementar aberta somaram R\$ 95,6 bilhões em 2015, crescimento de 18,7% frente ao ano anterior.** 13 de abr. 2016. Disponível em: <<http://www.fenaseg.org.br/fenaprevi/servicos-apoio/noticias/aportes-a-planos-de-previdencia-complementar-aberta-somaram-r-95-6-bi-em-2015-crescimento-de-18-7-frente-a-2014.html>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

FUNDAÇÃO REAL GRANDEZA – **Política de Investimentos: Plano BD (2016 – 2020).** 27 de jun. 2016. Disponível em: <[https://www2.frg.com.br/cgi/kepler.exe/plugins/system/br.com.frg.publique.areas/estrita/filehandler5.lua?f=PDF/2016/Pol%EDtica%20de%20Investimentos%202016%20a%202020%20PlanoBD\(4\).pdf](https://www2.frg.com.br/cgi/kepler.exe/plugins/system/br.com.frg.publique.areas/estrita/filehandler5.lua?f=PDF/2016/Pol%EDtica%20de%20Investimentos%202016%20a%202020%20PlanoBD(4).pdf)>. Acesso em: 2 ago. 2016.

LUSTOSA, Eliane Aleixo, e DA SILVA, André Gustavo Morandi. **Gestão de Risco no Brasil: Gerenciamento de riscos em fundos de pensão no Brasil: diretrizes, políticas e estratégias**. Rio de Janeiro: Financial Consultoria, 2003.

MANO, Cristina Cantanhede Amaranto Mano, e FERREIRA, Paulo Pereira. **Aspectos Atuariais e Contábeis das Provisões Técnicas**. Rio de Janeiro: Funenseg, 2009.

RIECHE, Fernando Ceschin. **Gestão de Riscos em Fundos de Pensão no Brasil: Situação Atual da Legislação e Perspectivas**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 12, N. 23, P. 219-242, Jun. 2005

RODARTE, José Cláudio – **A Evolução da previdência complementar fechada no Brasil, da década de 70 aos dias atuais**. 2011. Monografia (Bacharel em Ciências Atuariais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SINDAPP ABRAPP – **Consolidado estatístico**. Disponível em:
<http://www.abrapp.org.br/ppub/pef.dll?pagina=servscript&QUALS=estatisticas/estatisticas.html&TipoConteudo=Consolidado_Estatistico&idMenu=75&menu=s>. Acesso em: 25 jul. 2016.

WEISS, Ricardo. **Gestão de Risco no Brasil: Usando a análise de estilo para melhorar a gestão de fundos de pensão**. Rio de Janeiro: Financial Consultoria, 2003.

Anexo

A função *Solver* do Excel é utilizada para encontrar um valor ótimo (mínimo, máximo ou valor específico) de uma fórmula em uma determinada célula de destino da planilha. Para tal, são ajustados valores de células da planilha definidas como células variáveis e aplicadas restrições a todas as células que fazem referência à célula destino.

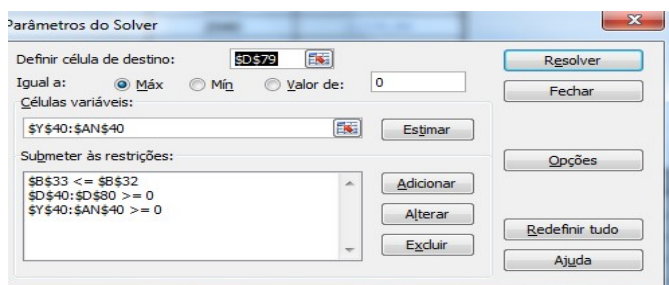


Figura 1 – Parâmetros do Solver

Fonte: Elaboração própria

Para elaboração do estudo em questão foram carregadas na planilha as informações relativas ao cenário macroeconômico, o fluxo do pagamento de benefícios futuros e fluxo de pagamento de cupons de cada título público, conforme definido no Capítulo 3, além do valor do patrimônio total disponível na data do estudo.

	A	B	C	D	E	F
1	- Preço das NTN-Bs praticas em 31/03/2016:					
2						
3	Papel	Vencimento	Preço			
4	NTN-B	2016	2.849,61			
5	NTN-B	2017	2.907,05			
6	NTN-B	2018	2.835,73			
7	NTN-B	2019	2.879,51			
8	NTN-B	2020	2.826,58			
9	NTN-B	2021	2.848,89			
10	NTN-B	2022	2.785,73			
11	NTN-B	2023	2.825,18			
12	NTN-B	2024	2.781,16			
13	NTN-B	2026	2.760,76			
14	NTN-B	2030	2.773,42			
15	NTN-B	2035	2.783,92			
16	NTN-B	2040	2.729,49			
17	NTN-B	2045	2.728,04			
18	NTN-B	2050	2.687,51			
19	NTN-B	2055	2.736,08			
20						
21	- Premissas Macroeconômicas					
22						
23		IPCA	Selic	Juros Real		
24	2016	7,10%	13,30%	6,30%		
25	2017	6,20%	12,30%	5,50%		
26	2018	6,20%	12,30%	5,60%		
27	2019	5,70%	11,00%	5,10%		
28	2020	4,90%	10,00%	5,00%		de 2020 em diante
29						
30	- Informações Financeiras em 31/03/2016					
31						
32	Patrimônio Total do Plano	12.300.000.000	A			
33	Valores em NTNbs até o vencimento	12.298.599.911	B			
34	Valores caixa (SELIC)	1.400.089	A - B			

Figura 2 – Dados de entrada na planilha para o Solver.

Fonte: Elaboração própria

	A	B	C	D
36				
37	- Fluxo Financeiro	Fluxo de pagamentos de benefícios futuros.	Fluxo dos cupons carteira de títulos públicos.	
38				
39		Pagamentos	Cupons Títulos	Valor em Caixa
40	2016	749.475.197	1.061.705.858,10	313.768.207,14
41	2017	1.054.028.829	835.027.456,88	133.360.324,49
42	2018	1.245.189.832	1.037.365.083,07	41.338.893,07
43	2019	1.229.782.728	1.161.474.202,44	348.860
44	2020	1.809.300.324	1.303.303.182,97	433,63
45	2021	1.373.158.456	1.732.174.404,47	412.016.449,88
46	2022	1.444.747.741	993.531.593,09	1.946,98
47	2023	1.512.097.339	2.472.523.622,31	960.426.424,85
48	2024	1.576.497.506	1.226.209.456,75	706.181.018,30
49	2025	1.639.010.738	1.012.031.203,97	149.819.586,22
50	2026	1.700.533.477	4.386.570.973,50	2.850.839.041,81
51	2027	1.760.134.986	904.907.783,05	2.280.695.745,28
52	2028	1.818.283.559	949.307.952,60	1.639.789.715,33
53	2029	1.873.621.133	995.760.444,11	923.907.973,83
54	2030	1.929.951.480	4.384.140.583,21	3.470.487.874,56
55	2031	1.982.841.781	886.086.374,88	2.720.781.276,28
56	2032	2.030.172.036	929.550.534,96	1.892.237.902,80
57	2033	2.073.448.309	975.053.706,87	983.069.094,73
58	2034	2.106.409.078	1.022.835.418,64	2.344,52
59	2035	2.133.177.232	7.038.216.692,28	4.803.042.039,37
60	2036	2.152.412.998	749.275.394,47	3.992.408.640,16
61	2037	2.164.438.527	785.934.561,39	3.013.245.338,31
62	2038	2.168.850.134	824.443.128,39	1.970.055.106,54
63	2039	2.165.446.134	864.842.489,86	866.456.933,11
64	2040	2.154.159.466	5.613.534.346,89	4.412.477.529,40
65	2041	2.134.734.274	656.230.558,95	3.373.201.566,99
66	2042	2.107.115.346	688.383.986,24	2.263.992.363,99
67	2043	2.073.273.772	722.116.283,51	1.374.234.110,17
68	2044	2.027.396.609	737.329.720,40	21.790.632,10
69	2045	1.973.812.821	7.096.746.858,95	5.144.903.733,59
70	2046	1.917.006.046	433.997.087,88	4.178.383.148,76
71	2047	1.851.583.625	437.361.176,36	3.202.001.215,21
72	2048	1.780.305.069	479.807.810,18	2.221.704.078,20
73	2049	1.704.019.992	503.280.501,59	1.243.134.996,05
74	2050	1.623.644.083	1.303.269.139,30	3.247.033.370,01
75	2051	1.540.222.269	241.477.310,22	4.473.013.967,76
76	2052	1.454.499.374	233.309.680,49	3.718.929.175,63
77	2053	1.368.066.911	263.721.973,34	2.988.473.148,49
78	2054	1.281.271.858	278.742.193,52	2.284.793.399,60
79	2055	6.858.601.858	5.154.699.396,15	809.372.237,94
80	2056			890.306.483,78

Figura 3 – Dados de entrada na planilha para o Solver.

Fonte: Elaboração própria

	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
38	Matrix com o valor recebido por uma NTN-B (cupom e principal) com vencimento em cada ano - Valor calculado a partir do VNA em mar-2016 e atualizado pelo IPCA estimado															
39	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2026	2030	2035	2040	2045	2050	2055
40	3.166.94542	181.89227	90.93611	181.89227	90.93611	181.89227	90.93611	181.89227	90.93611	90.93611	181.89227	90.93611	181.89227	90.93611	181.89227	181.89227
41	0,00000	3.413,19277	195,93871	193,19190	195,93871	193,19190	195,93871	193,19190	195,93871	195,93871	195,93871	195,93871	195,93871	195,93871	195,93871	195,93871
42	0,00000	0,00000	5.677,74480	205,16933	208,08592	205,16933	208,08592	205,16933	208,08592	208,08592	208,08592	208,08592	208,08592	208,08592	208,08592	208,08592
43	0,00000	0,00000	0,00000	3.815,00818	219,01069	216,31807	219,01069	216,31807	219,01069	219,01069	219,01069	219,01069	219,01069	219,01069	219,01069	219,01069
44	0,00000	0,00000	0,00000	4.066,01156	226,84767	229,61628	226,84767	229,61628	229,61628	229,61628	229,61628	229,61628	229,61628	229,61628	229,61628	229,61628
45	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	4.195,01363	240,83445	237,96248	240,83445	240,83445	240,83445	240,83445	240,83445	240,83445	240,83445	240,83445	240,83445
46	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	4.474,17780	249,62249	252,63488	252,63488	252,63488	252,63488	252,63488	252,63488	252,63488	252,63488	252,63488
47	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	4.616,18365	265,01350	265,01350	265,01350	265,01350	265,01350	265,01350	265,01350	265,01350	265,01350
48	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	4.923,43603	278,03676	278,03676	278,03676	278,03676	278,03676	278,03676	278,03676	278,03676
49	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	291,62217	291,62217	288,14504	291,62217	288,14504	291,62217	288,14504	291,62217
50	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	5.417,71360	305,91157	302,26363	305,91157	302,26363	305,91157	302,26363	305,91157
51	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	320,90400	317,07367	320,90400	317,07367	320,90400	317,07367	320,90400
52	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	336,66956	332,61044	336,66956	332,61044	336,66956	332,61044	336,66956
53	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	353,11861	348,90797	353,11861	348,90797	353,11861	348,90797	353,11861
54	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	6.560,15754	366,00395	370,42086	366,00395	370,42086	366,00395	370,42086
55	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	383,93825	388,57139	383,93825	388,57139	383,93825	388,57139
56	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	402,75262	407,66755	402,75262	407,66755	402,75262	407,66755
57	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	422,48840	427,58662	422,48840	427,58662	422,48840	427,58662
58	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	443,19102	448,53958	443,19102	448,53958	443,19102	448,53958
59	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	8.195,80607	470,51828	464,90765	470,51828	464,90765	470,51828
60	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	493,54004	487,68861	493,54004	487,68861	493,54004	487,68861
61	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	517,75830	511,58448	517,75830	511,58448	517,75830	511,58448
62	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	543,12828	536,65201	543,12828	536,65201	543,12828	536,65201
63	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	569,74135	562,94758	569,74135	562,94758	569,74135	562,94758
64	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	10.584,65096	590,53163	597,73849	590,53163	597,73849	590,53163
65	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	619,46762	626,94293	619,46762	626,94293	619,46762	626,94293
66	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	649,82148	657,66367	649,82148	657,66367	649,82148	657,66367
67	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	681,66220	689,88848	681,66220	689,88848	681,66220	689,88848
68	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	715,06338	725,79000	715,06338	725,79000	715,06338	725,79000
69	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	759,15398	750,10167	759,15398	750,10167	759,15398	750,10167
70	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	796,35297	786,85770	796,35297	786,85770	796,35297	786,85770
71	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	835,37481	825,41399	835,37481	825,41399	835,37481	825,41399
72	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	876,42516	865,85852	876,42516	865,85852	876,42516	865,85852
73	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	919,24693	908,28602	919,24693	908,28602	919,246	

A coluna B da Figura 3 representa o fluxo de pagamento de benefícios em cada ano, o seu valor é definido através de avaliação atuarial e os valores inseridos na planilha não sofrem alteração.

A Coluna C da Figura 3 representa o fluxo de cupons da carteira de títulos públicos que serão mantidos até o vencimento, seu fluxo é definido através da carteira de benefícios ótima obtida através do *solver*.

A coluna D da Figura 3 representa o valor residual em caixa que tem liquidez imediata e é rentabilizado pela taxa Selic. O caixa é utilizado no ano em que os cupons são insuficientes para pagamento dos benefícios e nos anos em que há excedente de cupons, os recursos adicionais são alocados no caixa, sem reinvestimento em novos títulos.

São inseridas ao modelo três restrições:

- As NTN-B serão adquiridas até o montante total de patrimônio, não sendo permitida alavancagem de recursos ou caixa inicial inferior a zero (célula B33 < B32 da Figura 1);
- Caixa em todo período futuro maior ou igual a zero, ou seja, não permitindo alavancagem em nenhum período (vetor D40:D79 > 0 da Figura 2);
- Quantidade títulos em cada vencimento maior que zero e assumindo sempre valores inteiros (Vetor Y:NA da Figura 5)

O objetivo do *Solver*, dados os dados de input e as restrições, é encontrar o valor máximo de caixa no ano de 2055 ajustando a alocação inicial da carteira de NTN-B. A carteira ótima de títulos está exposta na Figura 5 e o valor investido é apurado com o produto dessas quantidades pelo valor de cada título, definido na figura 2.

Os valores do fluxo de cupons da coluna C da Figura 2 são apurados através da multiplicação das matrizes das Figuras 4 e 5.

Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
Matrix com o número de cada a título a ser comprado no momento inicial e mantido até o vencimento para imunizar o fluxo de pagamentos															
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2026	2030	2035	2040	2045	2050	2055
151.086	63	49.226	66.230	91.329	204.602	4.063	333.341	53.089	650.446	539.535	771.613	471.242	505.247	308.770	241.603

Figura 5 –Células variáveis do Solver.

Fonte: Elaboração própria