

# 1 Introdução

## 1.1 Motivação

Diante da grande competição entre as diversas entidades abertas de previdência complementar (EAPC) e sociedades seguradoras que operam previdência complementar no Brasil cada vez mais se torna necessária uma gestão financeira de qualidade neste segmento de mercado. As margens operacionais na comercialização de seguros são menores fazendo com o que o resultado financeiro passe a ser fundamental na manutenção do equilíbrio financeiro da companhia. Para ilustrar a situação, a Figura 1.1 abaixo destaca a proporção média do resultado financeiro contra o lucro líquido<sup>1</sup> médio de seguradoras e EAPCs<sup>2</sup> utilizando dados públicos das seguradoras disponibilizadas no Sistema de Estatística da Susep (SES) da Superintendência de Seguros Privados (Susep)<sup>3</sup>. Na figura verifica-se a alta representatividade do resultado financeiro (ganhos e perdas decorrentes das aplicações financeiras) na apuração do lucro líquido das empresas do setor de seguros.

---

<sup>1</sup> O lucro líquido é composto pelo resultado financeiro, o resultado da operação, o resultado da variação patrimonial descontado do pagamento de impostos e participações.

<sup>2</sup> Foram consideradas todas as seguradoras, ou seja, não somente aquelas que operam produtos de previdência, mas também aquelas que operam outros produtos, ou ambos.

<sup>3</sup> Acessível em <http://www2.susep.gov.br/menuestatistica/SES/principal.aspx>.

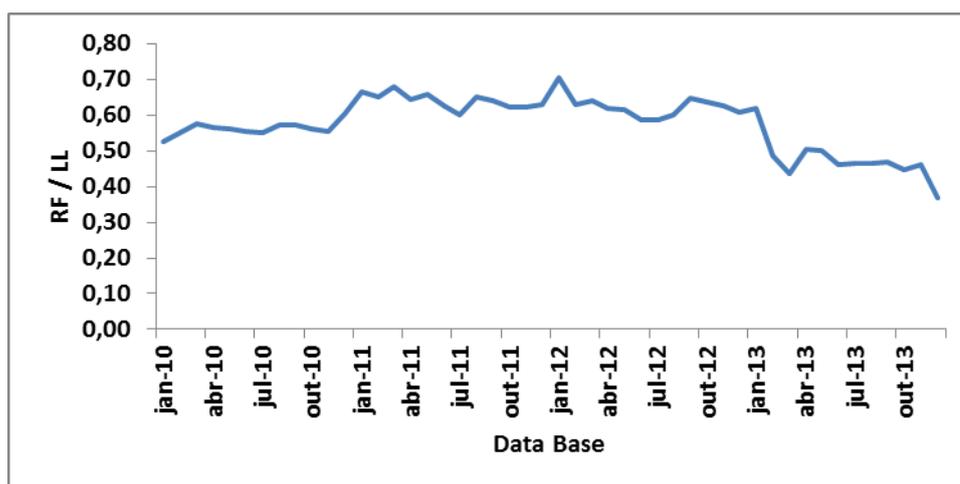


Figura 1.1 – Proporção entre resultado financeiro (RF) e lucro líquido (LL) no ano de 2013

A busca por um resultado financeiro eficiente e equilibrado passa pela correta estruturação de uma carteira de investimentos que deve possuir instrumentos financeiros que ao mesmo tempo em que forneça bons resultados propicie baixo risco, colaborando na manutenção dos corretos níveis de solvência e liquidez nos diferentes cenários futuros possíveis.

A escolha dos melhores ativos ganha um grau extra de dificuldade no cenário atual do mercado financeiro brasileiro de taxas de juros mais baixas, o que fornece menores retornos e afeta ainda mais as carteiras de planos de previdência, alguns com altas garantias de rentabilidade, por exemplo, 6% de taxa de juros acrescido de inflação.

Diante desse cenário inóspito de incertezas e possibilidades, nada mais adequado do que a fundamentação matemática/técnica para determinar a política ótima para a gestão de ativos e passivos (do inglês ALM). A partir de um objetivo bem definido, devemos traçar uma estratégia de alocação de recursos que diante dos possíveis cenários futuros incertos forneça a sustentação necessária para a perpetuidade da companhia.

É comum a adoção de modelos e realização de estudos de previsões pelas empresas para definir alocações de recursos dado um atual momento. Contudo é sabido que os fatores de riscos se alteram ao longo de um horizonte de tempo de estudo e para isso, é necessário adotar a premissa básica que os mercados financeiros são dinâmicos, sendo necessário que o gestor financeiro realoque seus recursos ao longo de um horizonte de planejamento definido.

Diante da necessidade de retratar um maior dinamismo da alocação dos recursos, os primeiros modelos de gestão dinâmica foram apresentados por Bradley & Crane (1972) e Kallberg et al. (1982). Onde este apresentou um modelo de programação de recurso simples, contendo assim somente dois estágios onde podia ser decidida a política de investimento em cada instante. Já aquele apresentou um modelo multiperíodo para gestão de um portfólio de títulos tratando a dimensionalidade do problema via decomposição e buscando maior eficiência resolvendo subproblemas do modelo geral.

Em seguida outros modelos de ALM com alocações dinâmicas foram apresentados, por exemplo, por Cariño & Ziemba (1988) e Cariño et al. (1998). Tais trabalhos apresentaram a estruturação de um modelo de gestão financeira para o horizonte inicial de 5 anos para a seguradora japonesa Russell-Yasuda Kasai e depois considerando um horizonte estável infinito.

Especialmente para fundos de pensão foram divulgados alguns importantes trabalhos dos quais destacamos primeiramente o artigo de Kouwenberg (2001) que apresenta métodos de geração de árvores para serem utilizados num fundo de pensão holandês. Já Veiga (2003) formalizou uma metodologia geral de construção de um modelo de medição de risco e uma aplicação desses conceitos a um plano de aposentadoria com benefício definido, fechado a novos participantes. Hilli et al. (2007) introduziu um modelo para um fundo de pensão finlandês desenvolvendo-o em duas etapas, na primeira descreveu o modelo (variáveis de decisão, fatores de riscos, restrições e função objetivo) e na segunda apresentou a modelagem dos fatores de riscos.

Também se destaca um bom trabalho brasileiro desenvolvido por Valladão (2008) que apresenta um modelo de programação estocástica multiestágio aplicado no ALM de um fundo de pensão sob restrições regulamentares do Brasil. Tal trabalho ainda fornece um interessante método de mensuração do risco de equilíbrio do fundo baseando-se em técnicas de *bootstrap*

Trabalhos recentes que também merecem ser destacados são dos autores Haneveld (2010) e Gülpinar (2013). Ambos apresentam trabalhos de ALM via modelos dinâmicos multiperíodos, onde o primeiro desenvolve um modelo multiestágio de recurso com maior atenção para o risco de curto prazo e as restrições regulamentares do regulador holandês de fundo de pensão. E o segundo faz uso dos recentes avanços de otimização robusta.

A estrutura de investimentos em ativos financeiros pelo mercado segurador brasileiro é apresentada na Figura 1.2 abaixo, baseada em dados médios de investimentos apresentados em Susep (2013a) e divulgado para o final do ano de 2011 e 2012. Observa-se uma predominância dos investimentos diretos ou indiretos (fundos previdenciários) em renda fixa, sendo em sua maioria títulos públicos. A questão que paira sobre essa análise é se caso fossem utilizados modelos dinâmicos de alocação esta estrutura de alocação média se manteria.

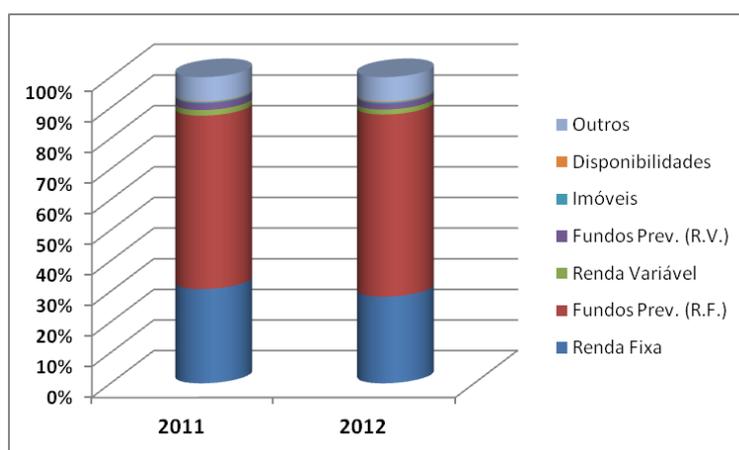


Figura 1.2 – Proporção de investimentos do mercado segurador

É sabido que os passivos técnicos atuariais são compostos por fluxos estocásticos que são sensíveis a realizações de diversas variáveis. São exemplos de incertezas na determinação destes valores, o número de sobreviventes e a evolução da sobrevivência da população. Neste aspecto, é uma limitação dos modelos listados acima a falta do tratamento da estocasticidade dos passivos. Tais modelos utilizam como premissa simplificadora que os fluxos de obrigações atuariais são determinísticos. Desta forma, os valores das probabilidades de morte das tábuas biométricas são utilizados como as melhores estimativas, sem se estudar a variabilidade dessas variáveis.

A desconsideração de tal risco é possível nos trabalhos mencionados acima, pois são utilizados planos de previdência com um contingente suficientemente grande de participantes e, diante disso, a lei dos grandes números favorece as estimativas. Contudo, ao se propor um modelo de ALM para empresas de seguros e previdência aberta com um contingente menor de participantes tal premissa pode não ser desejável.

Outro tópico muito menosprezado, mas que pode apontar para resultados também aquém do desejado é que tais modelos não consideram estimativas de evolução da sobrevivência da população. Como demonstrado em Lee & Carter (1992), a expectativa de vida humana está em constante evolução e, por isso, considerar que a probabilidade de morte de um indivíduo com idade  $x$  hoje é a mesma do que daqui a algumas décadas é um grande erro. Desta forma, é desejável que a projeção da evolução da expectativa de vida e a incerteza dessa projeção sejam consideradas num modelo de ALM de uma seguradora ou EAPC.

Por fim se destaca que os modelos apresentados acima foram definidos numa estrutura de regulação mais simples do que a atual brasileira definida pela Susep. Tal estrutura de regulamentação baseada em risco utilizada no Brasil e em diversos outros países, onde se destaca o projeto europeu Solvência II, agrava ainda mais a dificuldade de se definir um modelo de ALM, pois diversas restrições adicionais devem ser incluídas no modelo candidato. Contudo, será verificado adiante que tais regras, adotadas no Brasil e no mundo, apesar de complexas, contribuem para o objetivo deste trabalho, pois naturalmente definem a aversão ao risco na função objetivo a ser definida.

## 1.2 Objetivo

Esta dissertação propõe um modelo de programação estocástica linear multiestágio para a gestão de ativos e passivos (ALM) de uma EAPC ou uma seguradora que opera planos de previdência. Considera-se que o objetivo central é a obtenção de uma carteira ótima de investimentos que satisfaça as exigências de solvência e ao mesmo tempo maximize o resultado financeiro (e consequentemente lucro) para os acionistas. Adicionalmente, será proposta uma medição de risco de insolvência da empresa.

Para isso, baseando-se nos trabalhos de Veiga (2003) e Valladão (2008) foram propostos:

- Uma adequação a critérios regulamentares de maior rigidez e complexidade do mercado aberto de previdência privada no Brasil, que serão detalhados na seção 3;

- A utilização de uma função objetivo definida pelas restrições regulamentares que naturalmente define a aversão ao risco das empresas;
- Um tratamento para a incerteza do passivo baseada na medida de risco *Conditional Value at Risk (CVaR)*;
- Uma proposta de precificação e alocação tática em títulos públicos baseada em projeções de curvas de juros com reinvestimento dos cupons e principais vencidos.

### 1.3

#### Estrutura da Dissertação

Essa dissertação está organizada da seguinte forma:

- O capítulo 2 discorre sobre os conceitos básicos que sustentam a construção do modelo proposto de ALM baseado em programação estocástica multiestágio;
- O capítulo 3 resume as regras de monitoramento de solvência da Susep que serão utilizadas na definição do modelo;
- O capítulo 4 descreve o modelo proposto detalhando a função objetivo, as variáveis de decisão, os parâmetros, os conjuntos e as restrições necessárias;
- No capítulo 5 foram fornecidos detalhes da modelagem estocástica dos fatores de riscos, dos passivos técnicos e dos ativos financeiros que foram utilizados no modelo proposto. Neste mesmo capítulo também foi apresentada a proposta de medição de risco utilizada para avaliação da empresa;
- O capítulo 6 resume os resultados dos exercícios e testes de avaliação do modelo; e
- O capítulo 7 conclui o trabalho.