JORDANNO BRUNNO NICOLETTA DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA
AVALIAÇÃO DE RISCOS SEGUNDO O CONCEITO DE SUPERVISÃO
BASEADA EM RISCOS

São Paulo
2012 – (Edição Revisada)

JORDANNO BRUNNO NICOLETTA DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA
AVALIAÇÃO DE RISCOS SEGUNDO O CONCEITO DE SUPERVISÃO
BASEADA EM RISCOS

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

São Paulo
2012 – (Edição Revisada)

JORDANNO BRUNNO NICOLETTA DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA
AVALIAÇÃO DE RISCOS SEGUNDO O CONCEITO DE SUPERVISÃO
BASEADA EM RISCOS

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia

Área de Concentração:
Sistemas Eletrônicos

Orientador: Prof. Flávio Almeida de
Magalhães Cipparrone

São Paulo
2012 – (Edição Revisada)

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 17 de janeiro de 2012.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Jordanno Brunno Nicoletta dos
Desenvolvimento de métodos alternativos para avaliação de
riscos segundo o conceito de supervisão baseada em riscos
/J.B.N. dos Santos. -- ed.rev. --São Paulo, 2012.
137 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrô-
nicos.

1. Fundo de pensão 2. Mercado de capitais 3. Risco atuarial
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento
de Engenharia de Sistemas Eletrônicos II. t.

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

O sistema de fundos de pensão possui papel fundamental na constituição de poupança e desenvolvimento do mercado financeiro e de capitais de um país. As incertezas de sustentabilidade do equilíbrio financeiro no longo prazo direcionam a exigência de uma supervisão robusta sobre os diversos riscos incorridos, não se restringindo apenas ao seu estado de solvência. A presente dissertação procura apresentar modelos baseados na avaliação dos riscos de um fundo de pensão, passando pela situação atuarial, as características dos planos, bem como pelos parâmetros relacionados ao mercado de capitais e formas de gestão dos investimentos. Os modelos propostos nos ajudam a visualizar o risco atuarial justificado pelo aumento da expectativa de vida, o risco de mercado através do reinvestimento e o risco de mercado em função do nível das taxas de juros. Ainda, tendo em conta estes riscos quantificáveis, é efetuada uma aplicação prática com o objetivo de determinação do requisito de capital de um determinado fundo de pensão para a cobertura destes riscos, tendo por base o modelo do projeto europeu de Solvência II, desenvolvido no âmbito da atividade seguradora.

Palavras-chave: Solvência II, Índice de Mortalidade, Supervisão Baseada em Riscos, Riscos Financeiros, Riscos Atuariais, Exigência de Capital.

ABSTRACT

The system of pension funds has a primary role in the formation of savings and financial market development and capital of a country. The uncertainties of financial balance sustainability in the long term drive the requirement for a robust supervision on the various risks involved, not restricted only to its state of solvency. This dissertation seeks to present models based on risk assessment of a pension fund, through the actuarial situation, the characteristics of the plans, as well as the parameters related to capital markets and ways of managing investments. The proposed models help us to see the actuarial risk justified by the increase in life expectancy, market risk through reinvestment and market risk based on the level of interest rates. Still, considering these risks quantifiable, a practical application is made for the purpose of determining the capital requirement of a particular pension fund to cover these risks, based on the model of the European Solvency II project, developed within the ambit of insurance activity.

Key words: Solvency II, Mortality Index, Risk Based Supervision, Financial Risks, Actuarial Risks, Capital Requirements

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Linha do tempo para implementação do projeto Solvência II	29
Ilustração 2 - Estrutura de supervisão holandesa	30
Ilustração 3 - Testes de supervisão da autoridade holandesa	31
Ilustração 4 - Distribuição das taxas de juros das metas atuariais	49
Ilustração 5 - Distribuição das taxas de juros das metas atuariais (por volume de ativos)	50
Ilustração 6 - Ilustração da taxa de juros efetiva em determinado período	57
Ilustração 7 - Ilustração da taxa de juros considerando interpolação linear	58
Ilustração 8 - Curva de Cupom de IPCA – NTN-B	60
Ilustração 9 - Atividades para gestão de riscos	64
Ilustração 10 - Fluxo do Fator.....	68
Ilustração 11 - Gráfico da Função Densidade de Probabilidade das Principais Tábuas de Mortalidade	70
Ilustração 12 - Fluxo de caixa atuarial determinístico.....	71
Ilustração 13 - Provisão Matemática considerando taxa atuarial de 6% ao ano	72
Ilustração 14 - Provisão Matemática considerando ETTJ proposta	72
Ilustração 15 - Evolução da Taxa de Mortalidade por Idade	75
Ilustração 16 - Valores esperados para os Índices de Mortalidade	77
Ilustração 17 - Valores esperados para os Índices de Mortalidade	83
Ilustração 18 - Projeção da Evolução do Índice de Mortalidade por idade, sem defasagem.....	83
Ilustração 19 - Projeção da Evolução do Índice de Mortalidade por idade, com referência deslocada em 30 anos.....	84
Ilustração 20 - Fluxos de caixa a partir de metodologia sugerida.....	86
Ilustração 21 - Provisão Matemática considerando taxa atuarial de 6% ao ano	87
Ilustração 22 - Provisão Matemática considerando ETTJ proposta	88
Ilustração 23 - Provisão Matemática simulada para 2009 – taxa atuarial de 6%	88
Ilustração 24 - Provisão Matemática simulada para 2009 – taxa atuarial = ETTJ proposta.....	89
Ilustração 25 - Fluxo de liquidez projetada	105
Ilustração 26 - Fluxo de liquidez projetada	106
Ilustração 27 - Resultado da carteira sugerida para cada cenário de fluxo do Passivo Atuarial	108
Ilustração 28 - Resultado da carteira sugerida para cada cenário de fluxo do Passivo Atuarial	109
Ilustração 29 - <i>Backtest</i> : Valor do Ativo (benchmark passivo sugerido pelo modelo de <i>Cash Flow Matching</i> e CDI) com a Provisão com taxa de 6% atuarial	113
Ilustração 30 - Benchmark passivo x CDI (em % de Provisão Matemática com a taxa de desconto a 6% ao ano).....	114
Ilustração 31 - <i>Backtest</i> : Valor do Ativo (benchmark passivo sugerido pelo modelo de <i>Cash Flow Matching</i> a mercado e CDI) com a Provisão calculada com a taxa de desconto de 6% ao ano	115
Ilustração 32 - <i>Backtest</i> : Valor do Ativo (benchmark passivo sugerido pelo modelo de <i>Cash Flow Matching</i> a mercado e CDI) com a Provisão calculada a partir do conceito de valor justo das obrigações.....	115

Ilustração 33 - Resultado acumulado das duas carteiras de investimento em % de Provisão Matemática calculada com taxa de desconto de 6% ao ano.	116
Ilustração 34 - Resultado acumulado das duas carteiras de investimento em % de Provisão Matemática calculada a partir do conceito de valor justo das obrigações (<i>FAIR VALUE</i> - definido no item 4.1.1.)	116
Ilustração 35 - Exemplo 1 de valor contábil na curva	118
Ilustração 36 - Balancete da empresa	119
Ilustração 37 - Capital comprometido por risco	121
Ilustração 38 - Balancete da empresa com capital requerido com base em risco.	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor terminal para os índices de mortalidade	76
Tabela 2 - Valor terminal e Tempo de Meia Vida por idade	77
Tabela 3 - Desvio Padrão (erros de projeção).....	78
Tabela 4 - Matriz de Correlação entre os resíduos	78
Tabela 5 - Cenário de taxa Selic definido com base no relatório Focus.....	102
Tabela 6 - Taxas Andima	103
Tabela 7 - Composição sugerida pelo modelo de <i>Cash Flow Matching</i> para proteção de 100% do fluxo de caixa do Passivo Atuarial.....	104
Tabela 8 - Composição sugerida pelo modelo de <i>Cash Flow Matching</i> para proteção de 100% do fluxo de caixa do Passivo Atuarial.....	105
Tabela 9 - Composição sugerida pelo modelo de <i>Cash Flow Matching</i> para cobertura de 90% dos cenários dos fluxos de caixa do Passivo Atuarial.....	108
Tabela 10 - Composição sugerida pelo modelo de <i>Cash Flow Matching</i> para cobertura de 90% dos cenários dos fluxos de caixa do Passivo Atuarial.....	109
Tabela 11 - Provisão Matemática por metodologia tradicional.....	123
Tabela 12 - Provisão Matemática por metodologia sugerida a partir do conceito de Supervisão Baseada em Risco	123

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	PREVIDÊNCIA SOCIAL	18
2.1	A Previdência Social no Brasil.....	18
2.1.1	Previdência no Brasil	18
2.1.2	Previdência Complementar no Brasil	21
2.1.3	Benefícios de um Fundo de Pensão	23
2.1.4	Planos Previdenciários de um Fundo de Pensão.....	24
2.1.4.1	Plano de Benefício Definido (BD)	24
2.1.4.2	Planos de Contribuição Definida.....	25
2.1.4.3	Planos de Contribuição Variável.....	26
3	SUPERVISÃO BASEADA EM RISCOS	27
3.1	Modelo Holandês	30
3.2	Modelo Alemão.....	33
3.3	Modelo Sueco.....	35
3.4	Modelo Inglês	36
3.5	Modelo Canadense	39
3.6	Supervisão baseada em riscos no Brasil	40
4	RISCOS EM PLANOS DE MODALIDADE BENEFÍCIO DEFINIDO.....	42
4.1	Avaliação dos riscos: aplicação prática em fundos de modalidade Benefício Definido.....	46
4.1.1	Risco de taxa de juros.....	47
4.1.1.1	Valor Justo das Obrigações.....	48
4.1.1.2	Considerações sobre o valor justo das obrigações	51
4.1.1.3	Determinar a Estrutura a Termo da Taxa de Juros (ETTJ).....	52
4.1.1.4	Interpolação de Curvas.....	57
4.1.1.5	ETTJ para cálculo do valor justo das obrigações	59
4.1.2	Riscos atuariais: risco biométrico.....	61
4.1.2.1	Análise do Risco atuarial pelo conceito de SBR	63
4.1.2.2	Modelo tradicional para cálculo do Passivo Atuarial.....	65
	Fator de capacidade salarial e de benefícios	67
	Tábuas Atuariais	69
	Fluxo de caixa e Provisões Matemáticas	71
4.1.2.3	Modelo proposto para simulação do Passivo Atuarial	73
	Metodologia para Geração de Cenários de Mortalidade	74
	Simulações Correlacionadas: a transformação de Cholesky	84
	Simulação do Passivo Atuarial	85
5	SIMULANDO O COMPORTAMENTO DE ATIVOS EM FUNÇÃO DO PASSIVO	91
5.1	Modelo de <i>Duration</i>.....	94
5.2	Modelo de <i>Cash Flow Matching</i>.....	96

5.3	Definição do benchmark passivo a partir do modelo de <i>Cash Flow Matching</i>	100
5.3.1	Coleta de dados	102
5.3.2	Resultados	103
5.3.2.1	Benchmark Passivo calculado para o fluxo de caixa do passivo projetado por metodologia tradicional.....	103
5.3.2.2	Benchmark Passivo calculado para o fluxo de caixa do passivo projetado por metodologia sugerida	107
5.4	Análise dos Resultados.....	110
6	ANÁLISE DE SOLVÊNCIA A PARTIR DO BENCHMARK PASSIVO E EXIGÊNCIA DE CAPITAL BASEADO EM RISCO.....	113
7	CONCLUSÃO	118
8	SUGESTÃO PARA ESTUDOS FUTUROS	125
	REFERÊNCIAS.....	127

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de proteção social dos países desenvolvidos são relativamente recentes, resultando essencialmente dos anos 60 e 70, e tendo sido impulsionados pelo *boom* geracional, económico, político e social que se seguiu ao período após a 2.^a Guerra Mundial.

Surgiu, assim, um sistema de proteção social, na sequência dos primeiros desenvolvimentos da Revolução Industrial, procurando lutar contra a pobreza absoluta e a miséria, o que foi conseguido através de medidas de assistência geral, implementação de sistemas de rendimento mínimo para as pessoas idosas e criação ou imposição de sistemas de segurança coletiva para os assalariados.

Numa segunda fase, com origem nos Estados Unidos no período pós-Grande Depressão, procurou assegurar-se um rendimento de substituição do salário, embora a um nível muito baixo, visando a liberação de postos de trabalho para os mais novos e produtivos. Esta tendência foi seguida por vários outros países, incluindo Portugal, depois da 2.^a Guerra Mundial.

A partir dos finais dos anos 50 surge uma nova etapa que tem por objetivo completar a cobertura proporcionada, bem como aumentar substancialmente o nível dos benefícios, de modo a aproximá-los dos salários dos trabalhadores em atividade. Tal situação concretizou-se, generalizadamente, em modelos que asseguravam níveis mínimos de apoio, garantidos pelos próprios trabalhadores mediante esquemas de repartição ou de capitalização, ou pelo Orçamento de Estado.

No entanto, após várias décadas de um funcionamento satisfatório e eficiente dos sistemas públicos de segurança social, a maioria dos países enfrentou grandes dificuldades financeiras provocadas por diversos fatores, entre os quais a mais recente evolução das características demográficas resultantes do simultâneo aumento da esperança média de vida e da diminuição das taxas de natalidade, em conjunto com a crescente generosidade dos sistemas. Por outro lado, os sistemas do tipo “*pay as you go*” foram alvo de várias críticas que argumentavam que aqueles atuavam como uma restrição à acumulação de capital e, conseqüentemente, ao

crescimento econômico ou mesmo que criavam uma distorção no mercado de trabalho.

Tais críticas levaram os suíços à criação do conceito de um sistema de proteção social baseado em três pilares. No Brasil, a Previdência se baseia em três pilasstras:

- (i) Regime Geral de Previdência Social (INSS) – seguro garantido pelo Estado, que pretende satisfazer as necessidades básicas; a renda transferida pela Previdência Social é utilizada para substituir a renda do trabalhador contribuinte, quando ele perde a capacidade de trabalho, seja pela doença, invalidez, idade avançada, morte e desemprego involuntário, ou mesmo a maternidade e a reclusão;
- (ii) Previdência Complementar: (a) Entidades Abertas - as entidades abertas são constituídas unicamente sob a forma de sociedades anônimas e têm por objetivo instituir e operar planos de benefícios e (b) Entidades Fechadas (EFPCs – Fundos de Pensão) - regime de previdência privada, de caráter complementar e organizado de forma autônoma em relação ao regime geral de previdência social, é facultativo, baseado na constituição de reservas que garantam o benefício. Em linguagem bem mais simples, pode-se dizer que a previdência complementar é administrada por organização de direito privado, com ou sem fins lucrativos, com direção e contabilidade próprias, em que reservas financeiras são constituídas por trabalhadores e/ou empregadores, com a finalidade de se obter ganhos por meio de aplicações no mercado, para, no futuro, pagar benefícios previdenciários;
- (iii) Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) - a Previdência no Serviço Público trata das questões relacionadas às normas previdenciárias aplicáveis aos servidores públicos titulares de cargos efetivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

O início dos anos 70 marcou um enorme desenvolvimento dos sistemas privados, os quais, inicialmente encarados apenas como uma compensação diferida para a data de aposentadoria, parte das condições contratuais, passaram a ser um elemento central dos sistemas de previdência social e da arquitetura financeira, não só dos países mais desenvolvidos como dos países de desenvolvimento médio,

dado o seu papel fundamental em assegurar o bem estar e conforto, social e financeiro, da população aposentada.

Os sistemas complementares de pensões são atualmente vistos como um meio necessário para enfrentar a tendência de envelhecimento da população e como um veículo chave à restrição do nível de impostos e ao aumento da competitividade nacional. Em muitos sentidos tornaram-se um condutor primário do crescimento e desenvolvimento, na medida em que potenciam o aumento das taxas de poupança nacional, facilitando a formação de capital e contribuindo para o desenvolvimento das instituições financeiras e dos mercados de capitais.

Dada a sua crescente importância e o papel assumido na economia de um país, a supervisão dos sistemas de previdência complementar assistiu também a uma evolução. Até 40 anos atrás, a supervisão dos planos de previdência complementar era entendida como um aspecto subsidiário da administração dos impostos ou dos departamentos de alguns bancos. Refletindo o fato de os sistemas serem vistos como simples elementos fruto de relações laborais, a grande maioria dos planos foi estabelecida como uma espécie de salário diferido para a data de aposentadoria, sendo geridos pelas próprias entidades empregadoras ou respectivos sindicatos.

Assim, poucos países estabeleciam *standards* mínimos de financiamento na sua legislação, sendo a supervisão muito orientada para o controle do risco associado à alocação dos ativos do plano, nomeadamente com base em listas legais de investimentos, e aos eventuais conflitos de interesse, tendo em conta os princípios *standard* de lealdade e transparência provenientes da legislação criada em meados do século XIX.

A abordagem da supervisão dos sistemas de previdência complementar começou, também, a mudar dramaticamente nos anos 70. Nesta data, tiveram lugar alguns escândalos financeiros, pois, dada a falência de algumas empresas, os ativos dos respectivos planos de benefícios se revelaram desapropriados, deixando no ar promessas vazias aos trabalhadores e aposentados.

Neste contexto, alguns países começaram a criar legislação própria com novos *standards* prudenciais, criando, os seus governos, corpos para a condução da atividade de supervisão dos fundos de pensão. No entanto, o foco manteve-se na resolução dos principais problemas na gestão dos ativos do plano, sendo dada pouca atenção à eficiência financeira, continuando a assumir-se o pressuposto de

que a entidade patronal compensaria sempre quaisquer movimentos negativos simplesmente incrementando as suas contribuições.

Nos anos 80, dado que os Fundos de Pensão começaram a ser vistos como especiais produtos de intermediação financeira, acumulando capitais, altamente competitivos na economia global, na Europa foram substituídos em larga medida os planos de contribuição definida por planos de benefício definido, o que, de alguma forma, desproveu a confiança na capacidade de a empresa associada garantir um determinado rendimento, passando, portanto, o risco financeiro a ser imputado diretamente sobre os trabalhadores, visto que, se o fundo de pensão não atingisse um determinado rendimento, o associado não reporia o montante em falta. Assim, impôs-se a necessidade de uma supervisão orientada não só para a gestão da carteira de ativos, como também para o portfólio de riscos associado, embora de forma rudimentar, impondo restrições legais quantitativas ao investimento.

Contudo, as crises do mercado acionista, acompanhadas pela descida das taxas de juro, expuseram a fragilidade dos fracos requisitos de financiamento dos planos de benefícios, levando à sua consequente descapitalização. Começou a ser dada novamente uma maior ênfase à constituição de planos de contribuição definida, porém devidamente concebidos e geridos, atentos ao objetivo de assegurar um determinado nível de rendimento à data da aposentadoria.

Este e outros fatores levaram à terceira fase da supervisão dos sistemas de previdência complementar orientados para o risco, os quais são o tema da presente dissertação. Um elevado número de países já adotou modelos de supervisão baseados no risco, de forma a impor *standards* na gestão e guias de conduta para o mercado de fundos de pensão. Este tipo de supervisão tem como objetivo direcionar o grau de intervenção consoante o nível de risco de um fundo de pensão como um todo e nos seus diversos componentes, sendo avaliados desde riscos financeiros até atuariais, bem como os ligados às características do plano de benefícios e da população do fundo, e ao associado e à entidade gestora, revelando-se de grande importância não só para o desenvolvimento do mercado dos fundos de pensão, como também para a estabilidade econômica e social de um país.

2 PREVIDÊNCIA SOCIAL

2.1 A Previdência Social no Brasil

2.1.1 Previdência no Brasil

A constituição do sistema previdenciário brasileiro seguiu, de forma geral, a trajetória dos sistemas criados nos países desenvolvidos, principalmente os europeus¹. No início, o sistema baseou-se, principalmente, no conceito de seguro, pelo qual o indivíduo contribui e tem direito a um benefício diretamente relacionado ao valor da contribuição. Progressivamente, foi-se adotando o conceito de previdência enquanto sistema redistributivo e assistencial, o que correspondeu a uma mudança do regime de capitalização² para o de repartição simples³, com a consolidação de sua forma pública.

O primeiro grande marco da Previdência Social no Brasil foi a criação das Caixas de Aposentadorias e Pensões (CAPs) por categoria profissional ou de empresa, a partir da Lei Eloi Chaves, de 1923. Nesse ano, o Decreto 4.682 determinou a formação da Caixa de Aposentadoria e Pensões para os empregados de cada empresa ferroviária. Em 1926, foi a vez dos Portuários. No ano de 1928, foi

¹ Os sistemas previdenciários desses países caracterizam-se por um modelo amplo de proteção social, organizado pelo Estado e com acesso ao conjunto da população. Vale dizer que o processo de universalização significou a superação da concepção de proteção dirigida somente a trabalhadores assalariados e sua substituição por outra baseada no conceito de cidadania.

² Consiste em determinar as contribuições necessárias e suficientes a serem arrecadadas ao longo do período laborativo do segurado para custear a sua própria aposentadoria. Pressupõe a formação de reservas, pois as contribuições são antecipadas no tempo em relação ao pagamento do benefício. Por isso é também chamado de pré-financiamento. Esse regime pressupõe dois momentos claramente distintos: o primeiro corresponde ao período contributivo, cujo objetivo é apenas acumular recursos, e o segundo corresponde ao período de fruição do benefício, cujo objetivo é assegurar o pagamento desse benefício.

³ Trata-se de calcular as contribuições necessárias e suficientes a serem arrecadadas em determinado período de tempo, para atender, apenas e tão-somente, ao pagamento dos benefícios nesse mesmo período de tempo, portanto não prevê a formação de reservas, ou seja, não há sobras. Pode-se denominá-lo de “Regime Orçamentário” porque, fazendo-se o orçamento das despesas com os pagamentos de benefícios que serão efetuados em dado período, determinam-se as contribuições a serem arrecadadas nesse mesmo período e que são necessárias e suficientes para suportar aquelas despesas.

criada a caixa para os trabalhadores dos serviços telegráficos e radiotelegráficos; em 1930, dos servidores de Força, Luz e Bondes; em 1931, dos demais serviços públicos explorados ou concedidos pelo poder público; e em 1932 e 1934, dos trabalhadores das empresas de mineração e transporte aéreo.

Em 1937 havia 183 Caixas de Aposentadorias e Pensões instaladas no país. A principal característica do sistema de caixas de aposentadoria era ter como cliente a categoria profissional ou os trabalhadores de uma empresa. O financiamento do sistema era feito pelos empregados, pelas empresas e pelos Governos. Embora sua criação e funcionamento fosse objeto de regulação do Estado, este tinha capacidade de fiscalização restrita. Além disso, funcionavam em regime de capitalização. Essa forma de organização revela que as caixas de aposentadorias baseavam-se no conceito de previdência enquanto seguro.

Ao longo dos anos 30, o sistema das caixas começou a ser substituído pelos Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPs), autarquias centralizadas no governo federal e supervisionadas pelo Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio. Os Institutos eram de âmbito nacional e sua filiação seguia a categoria profissional, definida com base na atividade genérica da empresa. Entre 1933 e 1945 foram criados seis IAPs: industriários; marítimos e transportes de carga; bancários; comerciários; estiva; e servidores do Estado. Os IAPs, além de prover aposentadorias e pensões, garantiam a prestação de assistência médica a seus filiados e dependentes.

A criação dos IAPs representou um primeiro passo em direção a um maior nível de abrangência do sistema de proteção. Entretanto, ainda ficavam de fora os trabalhadores rurais, os de setor informal urbano e os autônomos. Além disso, muitos assalariados do próprio setor informal urbano não eram assistidos por não exercerem profissão nos ramos de atividade contemplados pelos institutos. No que diz respeito ao financiamento, os IAPs evoluíram para o regime de repartição simples pela pressão dos gastos públicos crescentes. No início do funcionamento do sistema sob a lógica de repartição simples, como havia um número relativamente pequeno de beneficiários, foram concedidas pensões generosas, além de utilizar o superávit do sistema para outros fins que não acumulação de um lastro atuarial, sem que levassem em conta as implicações disto no equilíbrio financeiro do sistema previdenciário em longo prazo.

A tentativa de solucionar o problema culminou, em 1960, na promulgação da Lei Orgânica da Previdência Social (LOPS) - estabelecendo a uniformização dos planos de benefícios, embora mantendo intacta a estrutura fragmentada do sistema - que lançou as bases para a unificação da previdência, com a criação de um esquema geral de funcionamento e financiamento único para os seis IAPs existentes⁴.

Em 1964 foi criada uma Comissão Interministerial para a reformulação da Previdência Social e, em 1966, o Decreto-Lei 72, de 21/11/1966, extinguiu os IAPs, fundindo suas antigas estruturas no Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), vinculado ao Ministério do Trabalho e Previdência Social. Com isso, inaugurou-se uma nova fase, caracterizada pela extensão dos serviços a categorias ainda não cobertas. Os seguros relacionados a acidentes de trabalho passaram, também, a fazer parte do novo arcabouço jurídico e institucional da previdência social⁵.

O INPS passou a ser responsável pelas aposentadorias, pensões e assistência médica de todos os trabalhadores do mercado formal e seus dependentes. A única condição de acesso era a contribuição do empregado e empregador. Em 1947 foi criado o Ministério da Previdência e Assistência Social. Por esta época a abrangência do sistema já tinha aumentado significativamente, atendendo aos trabalhadores urbanos - mercado formal - e rurais, e aos autônomos e empregadores. Em 1977, a Lei 6.439 criou o Sistema Nacional de Previdência e Assistência Social (SINPAS) e o INPS foi desmembrado em três Institutos: o Instituto de Administração da Previdência e Assistência Social (IAPAS), destinado a administrar e recolher recursos do INPS; o INPS que ficou restrito aos benefícios previdenciários e assistenciais; e o Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (INAMPS), destinado a administrar o sistema de saúde.

A Constituição de 1988 representou um momento importante na evolução do sistema de proteção social brasileiro: a partir de mudanças introduzidas, os benefícios e serviços prestados pela previdência, bem como pela saúde, assistência e seguro-desemprego, passaram a ser partes integrantes de uma ampla proteção garantida sob o conceito de Seguridade Social.

⁴ A LOPS representou, na prática, a cobertura potencial de todos os trabalhadores urbanos, com exceção dos empregados domésticos e ministros religiosos - ambos incluídos somente em 1972, os primeiros de forma compulsória e os outros de forma facultativa.

⁵ O INPS unificava a estrutura anterior, deixando de fora apenas o Instituto de Aposentadorias e Pensões dos Servidores do Estado (IPASE). Esse Instituto foi extinto nos anos 80 e suas estruturas de assistência médica incorporadas ao sistema de proteção social.

Entre as principais mudanças introduzidas, destacam-se a elevação do piso dos benefícios para um salário mínimo; a eliminação das diferenças entre indivíduos rurais e urbanos em relação aos benefícios; e o direito de ingresso de qualquer cidadão ao sistema, mediante contribuição, o que completou o processo de universalização iniciado em 1967, com a substituição do princípio do mérito pelo de cidadania⁶.

Os novos direitos promulgados pela Constituição de 1988 foram consolidados na Lei Orgânica da Seguridade Social (Lei 8.212, de 1990) e no Plano de Custeio da Seguridade Social (Lei 8.213, de 1990). Essas duas leis foram regulamentadas pelos Decretos 611 e 612 de 1992, respectivamente. Ainda em 1990, o INPS passou a se denominar INSS - Instituto Nacional de Seguridade Social, tendo sido fundido com o IAPAS.

A Previdência no Brasil se baseia em três pilstras essenciais:

- (i) Regime Geral de Previdência Social (INSS);
- (ii) Previdência Complementar:
 - (a) Entidades Abertas;
 - (b) Entidades Fechadas (EFPCs);
- (iii) Regime Próprio de Previdência Social (RPPS).

2.1.2 Previdência Complementar no Brasil

Com a aprovação da Lei Complementar n. 109/01, sancionada pelo Presidente da República em 29 de maio de 2001, revogando a Lei 6.435/77 que durante mais de 23 anos deu a tônica jurídica ao sistema de previdência

⁶ Em consequência, estabeleceu-se para a Seguridade Social um orçamento global, que integra o financiamento da saúde, previdência e assistência social, além das relacionadas à proteção do trabalhador desempregado (seguro-desemprego). As fontes de financiamento do sistema são: a Contribuição sobre o Lucro Líquido e o Fundo de Investimento Social (Finsocial), posteriormente transformado em Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), além do Programa de Integração Social / Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS-PASEP), voltado para compor o Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), gerido pelo Ministério do Trabalho e voltado para financiar o seguro-desemprego. O sistema previdenciário no Brasil foi sempre financiado essencialmente pelas contribuições calculadas sobre a folha de salários, tal como ocorre nos regimes públicos de repartição simples.

complementar, uma nova roupagem é instituída no setor que, certamente, o capacita para difundir junto à sociedade, com muito mais ênfase que no passado, a temática sobre "Fundos de Pensão", pois, a partir dessa nova legislação, outros atores sociais, até então excluídos do universo daquela previdência, poderão protagonizar relevante papel. A referência é em relação aos sindicatos, às associações profissionais e aos servidores públicos.

Com este novo arcabouço jurídico e novos atores sociais, pretende-se inaugurar uma nova etapa na história dos fundos de pensão, cuja trajetória, apenas a título de visualização, pode ser dividida nas seguintes fases:

- I. Fase Formativa: período compreendido entre 1975 e meados de 1980, quando se estabeleceram os primeiros fundos de pensão, vinculados às empresas estatais;
- II. Fase de Desenvolvimento: período de acumulação de recursos que se inicia com a criação dos fundos, até o momento em que se evidencia sua força patrimonial. Por volta de 1975, quando os fundos, já presentes em quase todas as empresas estatais federais e estaduais e contando com outros inúmeros fundos criados a partir da iniciativa de empregadores privados, se apresentam como detentores de volumes expressivos de capital e aptos para se destacarem no processo de privatização, como fonte de *funding*.
- III. Fase das privatizações e mudanças de planos de Benefício Definido (BD) para planos de Contribuição Definida (CD): período que se inicia com as privatizações no Brasil durante a década de 90, com a participação decisiva dos capitais dos fundos de pensão, que passaram, assim, a ser um dos principais protagonistas na estratégia de privatização do Brasil. Instrumentalizados pelo governo federal, os fundos, cujos patrocinadores são empresas estatais, colocam seus recursos para compra de outras estatais. É neste processo que os fundos de pensão ganham destaque nos noticiários da imprensa e a sociedade começa a conhecê-los melhor, tanto em seus aspectos positivos como negativos. Positivamente em razão de sua manifesta força econômica, e negativamente em face das denúncias de abuso e corrupção existentes em seu interior. As privatizações também afetam o funcionamento destes mesmos fundos, pois se antes, em mãos de estatais, gozavam de alguns privilégios, agora, sob o patrocínio de empregadores do setor privado,

começam a ser vítimas de um processo de alterações em seus antigos planos de benefícios, conhecido por migração de planos BD para planos CD, com prejuízo aos seus participantes. As privatizações também provocam demissões em grande escala nas empresas, trazendo seus efeitos para dentro dos planos previdenciários dos respectivos fundos. Esta fase também é marcada pela aprovação da Emenda Constitucional n. 20, que introduz a reforma previdenciária no Brasil com profundos impactos na previdência complementar, suprimindo vários direitos de participantes de fundos vinculados às estatais.

- IV. Fase de expansão e organização dos participantes: com a aprovação da Lei Complementar 109, em 29 de maio de 2001, facultando a criação de planos através da intermediação de sindicatos e associações profissionais, e estendendo a modalidade de previdência complementar aos regimes previdenciários dos servidores públicos, almeja-se uma significativa expansão do setor.

2.1.3 Benefícios de um Fundo de Pensão

Os benefícios oferecidos pelas entidades fechadas de previdência complementar são de natureza previdenciária e podem ser classificados quanto à capacidade de programação do início do pagamento e a forma de pagamento dos benefícios.

Quanto à previsibilidade no pagamento, os benefícios podem ser programáveis ou de risco.

Os benefícios programáveis são aqueles benefícios em que é impossível prever, no regulamento dos planos de benefícios, os quesitos de elegibilidade ao benefício que conduzam a uma data certa para o início do pagamento das prestações previdenciárias.

Por outro lado, um benefício é considerado como benefício de risco ou benefício não programável quando não for possível prever em regulamento a data certa para o início do pagamento de benefícios, visto que o início do benefício está associado à ocorrência de um evento aleatório que pode acontecer a qualquer momento ou até mesmo não acontecer.

Quanto à forma e duração, os benefícios podem ser de prestação continuada e de pagamento único.

2.1.4 Planos Previdenciários de um Fundo de Pensão

Existem três tipos de planos de aposentadoria no sistema de previdência complementar fechado, os planos de benefício definido, os planos de contribuição variável e os planos de contribuição definida, que se diferenciam na maneira como os benefícios são determinados, no tipo de financiamento, nas regras de portabilidade e na tolerância aos riscos dos investimentos (aplicação dos investimentos do plano de benefícios).

2.1.4.1 Plano de Benefício Definido (BD)

Planos de benefícios de caráter previdenciário na modalidade de benefício definido são aqueles cujos benefícios programados têm seu valor ou nível previamente estabelecidos, sendo o custeio determinado atuarialmente, de forma a assegurar sua concessão e manutenção.

Num plano de benefício definido, o patrimônio acumulado com as contribuições dos empregados e dos empregadores não é alocado em contas individuais, mas compõe um plano mutualista em que o valor do benefício é uma variável independente, previamente estabelecido pelo regulamento do plano, e a contribuição, uma variável dependente, que fica em aberto, sendo determinada anualmente pelo plano de custeio, de forma suficiente para financiar os benefícios futuros.

O plano de benefício definido possui um grau de complexidade na sua estruturação, na medida em que assegura um valor final de benefício independente das oscilações nas hipóteses demográficas e econômicas escolhidas, e incidentes sobre o regime de capitalização, implicando em aumentos ou reduções na taxa de contribuição dentro do custeio do plano.

2.1.4.2 Planos de Contribuição Definida

Os planos na modalidade contribuição definida são planos no qual em cada período os empregados e a empresa fazem contribuições numa determinada quantia, que é contabilizada numa conta individual de aposentadoria, juntamente com os rendimentos das aplicações financeiras.

Quando o trabalhador se aposenta, a conta individual, que representa uma medida de riqueza, forma a base do plano de aposentadoria, podendo ser resgatado totalmente de uma única vez, em n anos ou através de um sistema de anuidades considerando um montante para cada ano até a morte.

As reservas constituídas são individualizadas. Por esse modelo de plano, o benefício não tem seu valor pré-determinado no regulamento, sendo simplesmente fundo da reserva que se pode acumular. Assim, se o resultado das aplicações das contribuições vertidas ao plano for positivo na fase de acumulação, o valor do benefício do participante será maior que o projetado inicialmente, caso contrário, se a rentabilidade das aplicações dos recursos for baixa, o prejuízo é todo do participante, que deverá receber um benefício de aposentadoria menor que o anteriormente planejado.

Esse tipo de plano nada mais é do que um fundo de investimento ou uma poupança programada, no qual o saldo acumulado na data de aposentadoria é transformado em benefício de renda mensal, podendo ou não ser vitalício, com ou sem garantia de reajustes anuais.

O benefício do empregado vinculado ao plano poderia, a título de exemplo, ser estabelecido por uma fórmula expressa em:

$$benefício_{(PCD)} = g(\text{Saldo de Conta}) \quad (1)$$

onde o Saldo de Conta é o total acumulado na conta individual de aposentadoria do participante, desde a data de ingresso no plano de benefício até a data da sua aposentadoria, e g é o percentual incidente sobre o saldo de conta total, que corresponde ao nível de benefício escolhido pelo participante.

2.1.4.3 Planos de Contribuição Variável

Os planos de contribuição variável são aqueles em que o valor e o recolhimento das contribuições, pelos participantes e empresas patrocinadoras, são esporádicas ou não regulares, sendo admitida, quando houver a fixação em regulamento do plano de benefícios, a faculdade de o participante pagar contribuições adicionais de qualquer valor e a qualquer tempo.

Modelo de plano cujos benefícios programados apresentam a conjugação das características das modalidades de Contribuição Definida e Benefício Definido, no qual a poupança acumulada e seus rendimentos determinarão o valor do benefício até o participante atingir a idade de aposentadoria, sendo que, a partir daí, o valor de benefício continua sendo pago, porém conforme características de um Benefício Definido.

3 SUPERVISÃO BASEADA EM RISCOS

A Supervisão Baseada em Riscos (SBR) é um processo estruturado que busca identificar os riscos mais críticos que enfrentam cada fundo e, através de uma análise centrada nesses riscos, a autoridade de supervisão avalia a forma com que a empresa faz a gestão dos riscos e vulnerabilidade financeira da empresa a potenciais situações adversas.

Um componente primordial da SBR é o modelo de classificação de riscos. É com base nos dados providos por este modelo que a agência de regulamentação irá definir a abordagem de supervisão a ser adotada em relação a cada plano ou fundo. O modelo de classificação do Banco Mundial engloba onze fatores de riscos organizados da seguinte maneira: quatro fatores relacionados aos proprietários da empresa patrocinadora e aspectos de governança corporativa, quatro fatores pertinentes ao dever fiduciário, aos mecanismos de *compliance* e aos controles internos do arranjo e três fatores referentes à gestão de riscos. Cada um desses fatores de risco é então classificado em relação às melhores práticas vigentes (i.e, excelente, suficiente ou deficiente).

Os fatores de motivação para a introdução da SBR são diferentes em cada país. Desde o objetivo de evitar situações de déficits delicadas e inesperadas, ao intuito de uma alocação eficaz de recursos, entre outros, estes constituem as principais razões apontadas para a utilização deste tipo de abordagem.

Ainda, em alguns países, como na Holanda, Alemanha e Suécia, dada a integração das autoridades de supervisão financeira, a adoção de um sistema de supervisão orientado para o risco na área dos fundos de pensão vai ao encontro ao sucedido na atividade bancária e seguradora. Por este mesmo motivo, as abordagens seguidas por estes países são muito semelhantes ao modelo de risco em estudo no projeto de Solvência II⁷, o qual, por sua vez, teve as suas origens no Basileia II⁸. Os resultados são observados a partir da implementação de *stress tests*

⁷ Solvência II é o projeto de unificação de sistema de supervisão para verificar solidez financeira das seguradoras europeias. E tem, entre suas principais características, o capital baseado em risco; foco em grupos; mensuração de ativo e passivo de uma forma consistente com o mercado e o possível cálculo de capital por meio de modelo interno ou próprio.

⁸ O Basileia II procura minimizar os problemas resultantes da padronização imposta por regras gerais, reconhecendo a possibilidade de as instituições financeiras optarem por desenhos mais

e pela realização de análises das causas dos riscos inerentes de um fundo de pensão, bem como à forma de controle e mitigação dos riscos por parte das respectivas entidades gestoras.

A preocupação acerca da manutenção da segurança e solidez no mercado segurador não é recente. Durante a década de 70, foi desenvolvido, nos países membros da União Europeia, o projeto Solvência I, o qual consistia na observância de um montante mínimo de capital destinado à absorção de eventuais perdas, sendo o modelo de cálculo considerado relativamente simples.

Semelhante padronização foi adotada no segmento bancário pelo, até então, Basileia I.

Entretanto, com os escândalos envolvendo grandes corporações como Enron, Adelphia Communications, Kmart, Worldcom, Global Crossing, dentre outras, enfraqueceu-se um dos principais alicerces entre os investidores e as empresas: a questão da confiança (CARVALHO; TRAPP; CHAN, 2004).

Assim, emergiu o Novo Acordo da Basileia, também conhecido como Basileia II, o qual introduziu metodologias de apuração da necessidade mínima de capital mais sensível a risco (conceito conhecido como *risk-based capital*), beneficiando instituições mais bem administradas.

O Basileia II é calcado em três pilares, a saber:

- Pilar I: trata das necessidades mínimas de capital;
- Pilar II: trata do processo de fiscalização;
- Pilar III: trata da disciplina de mercado, sobretudo no que se refere à divulgação e evidenciação de informações consideradas relevantes.

Nessa mesma linha, no âmbito do mercado segurador, segue o projeto Solvência II, também baseado nos três pilares e no conceito de supervisão baseada em risco.

próximos de suas exposições particulares, isto é, mais aderentes ao perfil de risco que cada uma tem em função da atividade que decidiu realizar.

Na prática, as diferenças substanciais entre Basileia I e II são estruturais, a saber: – nas duas versões, as instituições financeiras devem ter capital suficiente para fazer frente aos riscos que reconhecem e resolvem correr em função de o *trade-off* risco/retorno ser favorável (dimensão da alocação de capital, Pilar 1); Basileia II acrescenta a adoção de boas práticas de gerenciamento de riscos pelos bancos, deve ser verificada pelos reguladores (dimensão da supervisão bancária, Pilar 2); Basileia II acrescenta também a necessidade de demonstração efetiva, por parte das instituições, de transparência e melhor comunicação com o mercado em que atua (dimensão do *disclosure*, Pilar 3).

Ilustração 1 - Linha do tempo para implementação do projeto Solvência II

Fonte: PricewaterhouseCoopers Whitepaper, august 2007, disponível em www.pwc.com/solvency2

Em alguns países, a adoção de um sistema de supervisão orientado para o risco na área dos fundos de pensão vai ao encontro do sucedido na atividade bancária e seguradora. O modelo SBR do Reino Unido passa essencialmente pela responsabilização da entidade gestora do fundo na criação do seu próprio modelo de risco, de acordo com o código de conduta e de controle interno estabelecido pela autoridade inglesa. O modelo deverá ser construído por etapas desde a definição de objetivos de uma gestão prudente à identificação, avaliação e monitorização dos potenciais riscos.

O modelo canadense da província de Ontário segue uma lógica um tanto ou quanto diferente dos restantes modelos analisados, incidindo exclusivamente nos planos de benefício definido. O grau de risco de um fundo de pensão é avaliado principalmente pelo seu estado de solvência, estrutura populacional, entre outras características essencialmente atuariais. Refira-se, contudo, que esta abordagem inicial foi estendida à área financeira, encontrando-se em estudo um modelo de avaliação dos investimentos dos fundos de pensão orientado para o risco.

Note-se que todos os modelos apresentados se encontram, ainda, em fase de desenvolvimento e calibragem.

3.1 Modelo Holandês

A autoridade holandesa, De Nederlandsche Bank (DNB), supervisiona o mercado financeiro holandês (investimentos, seguros e fundos de pensão), considerando que para uma existência saudável de um mercado de fundos de pensão é necessária uma gestão prudente e rigorosa; uma política de investimentos do tipo *prudent person*, isto é, baseada em princípios qualitativos sem restrições quantitativas; e uma correta avaliação e financiamento das responsabilidades do plano de benefícios, estabelecendo-se, para tais regras, métodos e pressupostos rigorosos baseados numa avaliação ao valor real de mercado.

Neste âmbito, o DNB implementou uma supervisão baseada no risco, atendendo, por um lado, à probabilidade de ocorrência de uma situação de exposição ao risco e, por outro, ao impacto dessa situação em concreto.

Deste modo, a estrutura de supervisão holandesa orientada para o risco é definida em três vértices:

Ilustração 2 - Estrutura de supervisão holandesa

Fonte: De Nederlandsche Bank

No sistema holandês, cada fundo de pensão tem uma “entidade gestora” própria e exclusiva. Esta é designada por “*board*” e consiste em um comitê formado

por especialistas, trabalhadores e administradores da entidade empregadora que trabalham na gestão do fundo de pensão. Assim, cada fundo de pensão é encarado como uma entidade financeira independente e legalmente responsável. Ainda, no âmbito da supervisão orientada para o risco, numa óptica de solvência, são efetuados dois testes de supervisão:

- I. Teste de Solvência: considera que as responsabilidades têm de estar totalmente financiadas no momento da avaliação. Esta ótica de supervisão tem como objetivo proteger os interesses dos participantes e beneficiários de um fundo de pensão quanto à garantia da atribuição dos correspondentes benefícios e aferir se o pagamento antecipado de determinados benefícios não colocará em risco o nível de cobertura das demais responsabilidades do fundo.
- II. Análise de Continuidade: abordagem do tipo *Asset Liability Management* (ALM), considerando o financiamento total das responsabilidades no longo prazo. Esta abordagem consiste na estimação dos diversos riscos que incidem sobre um fundo de pensão, permitindo decidir de forma sustentada a estratégia de investimento a seguir no médio e longo prazo.

A necessidade de implementação daqueles testes ou de outro tipo de ação de supervisão pode, ainda, ser observada através da figura 3.

Benefícios sem projeção*		Benefícios projetados**
Curto Prazo	Teste de Solvência	Prever uma eventual situação de extinção a curto prazo
Longo Prazo	Evitar déficits estruturais	Análise de Continuidade

*Considerando salários correntes e benefícios constantes.

**Considerado o crescimento de salários e de benefícios à taxa de inflação

Ilustração 3 - Testes de supervisão da autoridade holandesa
Fonte: De Nederlandsche Bank

Com base nos resultados obtidos nas análises de solvência e de continuidade, a autoridade holandesa define diferentes níveis de intervenção e/ou medidas necessárias.

Os níveis de financiamento e prazos de amortização decorrem da regulamentação holandesa intitulada *Financial Assessment Framework* (FTK), aplicada aos fundos de pensão, voluntariamente desde 2005, e com caráter

obrigatório desde 2006, que define em 8 passos o processo de avaliação de um fundo de pensão orientado para risco, designadamente em termos de requisitos mínimos de capital:

- I. Responsabilidades calculadas ao valor de mercado (L);
- II. Ativos valorizados ao preço de mercado (A);
- III. Requisito de financiamento total $(A)/(L) = 1 \rightarrow 100\%$;
- IV. + 5% para cobertura de riscos não quantificados $\rightarrow 105\%$;
- V. *Stress tests* simulando vários cenários de risco (ex. variação taxa de juros, risco de crédito, risco de mortalidade/longevidade, crash, etc.);
- VI. Cálculo do capital necessário adicional, caso suceda uma situação que conduza a um financiamento abaixo do mínimo, num horizonte temporal de 1 ano e com um nível de confiança de 97,5% $\rightarrow$ em média solvência adicional de 25% a 30% $\rightarrow 130\%$;
- VII. Continuidade dos testes, simulando para um horizonte temporal de 15 anos, de modo a promover uma disciplina dos fundos de pensão e aumentar o planeamento de estratégias contra os riscos;
- VIII. Plano de amortização se necessário (3-15 anos).

Deste modo, através da form.(2), pode-se determinar o capital necessário adicional (CN) no caso de ocorrência de um cenário negativo, definindo, desta forma, a margem de segurança atual para cobertura das responsabilidades do fundo de pensão em análise:

$$CN = \sqrt{\sum_{i=1}^6 S_i^2 + 2\rho S_1 S_2} \quad (2)$$

sendo $\rho = 0,65$ a correlação entre os efeitos dos cenários simulados para as variações da taxa de juros e os simulados para as alterações nos preços das ações e dos imóveis.

Onde:

- S_1 - Taxa de juros – cenário de alta ou queda das taxas de juros;

- S₂ - Ações e imóveis – cenário de queda entre 25% e 30% para renda variável e queda de 15% no preço dos imóveis;
- S₃ - Moeda estrangeira – cenário para a taxa de câmbio de (-20%);
- S₄ - Commodities – cenário de queda no preço em 30%;
- S₅ - Risco de crédito – cenário de aumento do spread em 40%;
- S₆ - Riscos técnicos de “subscrição”- conforme a regulamentação.

Os riscos técnicos de “subscrição” nos quais se inclui o risco de mortalidade/longevidade; bem como o risco de concentração e correlação são objetos de uma avaliação individual.

O *Financial Institutions Risk Analysis Method* (FIRM) é a ferramenta que põe em prática o modelo de avaliação qualitativa e de controle dos riscos de um fundo de pensão, atribuindo a ele uma determinada classificação quanto ao seu perfil de risco, permitindo deste modo à autoridade holandesa direcionar os seus recursos de supervisão para onde são necessárias ações corretivas.

3.2 Modelo Alemão

A autoridade de supervisão alemã do mercado financeiro e de capitais, nomeadamente dos fundos de pensão (*Federal Financial Supervisory Authority – BaFin*), implementou uma abordagem de supervisão baseada no risco, apresentando como principais razões: a crescente volatilidade do mercado de capitais, nomeadamente a crise financeira do mercado acionista; a redução da taxa de juros das obrigações; a integração das três autoridades de supervisão dos setores financeiros (banco, seguros e fundos de pensões, valores mobiliários) numa autoridade de supervisão única; a melhoria da alocação dos recursos de supervisão; e o futuro requisito ao nível do projeto europeu de Solvência II.

Nesta sequência, a adoção da supervisão baseada no risco consistiu na introdução das seguintes medidas:

- I. *Stress Tests*: medição da variação dos ativos e passivos de um fundo de pensão provocada por um cenário de alteração das taxas de juro e dos preços do mercado acionista e imobiliário;
- II. *Scenario Testing*: previsão efetuada a partir da avaliação do impacto, no património e responsabilidades de um fundo de pensão, de diferentes possíveis cenários futuros relativos às diversas variáveis de influência;
- III. Alterações ao nível da regulamentação, designadamente do Código Comercial;
- IV. Criação da associação de proteção dos detentores de apólices de seguro ou dos membros dos fundos de pensão;
- V. Introdução de novos instrumentos de supervisão;
- VI. Estabelecimento de regras rigorosas e detalhadas para a gestão dos investimentos e, simultaneamente, a implementação de procedimentos de controle interno;
- VII. Redução da taxa de rendimento máxima garantida;
- VIII. Supervisão das *holdings* – companhia que detém um elevado número de ações numa determinada entidade gestora, logo possui mais direitos de voto nessa entidade gestora, exercendo um maior controle e influência na gestão da empresa e operações efetuadas, influenciando ou elegendo diretamente os órgãos de administração daquela.

Os *Stress Tests* foram implementados em 2002, com o objetivo de identificar as companhias de seguro que não seguiam uma apropriada política de investimentos.

O modelo de risco alemão implementado tem como objetivo classificar os fundos de pensão/entidades supervisionadas em diferentes classes de risco (*Traffic-Lights Model*), tendo em conta todas as áreas do processo de supervisão, utilizando critérios quantitativos e qualitativos. A classificação do nível de risco é efetuada via um exame metodológico, passando pela avaliação do “impacto” na carteira de ativos do fundo de pensão face à simulação dos cenários do mercado de capitais, e da “qualidade” de gestão do respectivo comitê, avaliada pela segurança, sucesso, crescimento e desempenho da gestão efetuada.

3.3 Modelo Sueco

A autoridade de supervisão financeira da Suécia, *Finansinspektionen* (FI), regula todo o mercado sueco financeiro e de capitais, nomeadamente a atividade dos fundos de pensão. Na sequência do desenvolvimento recente, iniciado no ano de 2005, de um modelo de supervisão orientado para o risco (também designado por *Traffic-Light System*⁹) na atividade seguradora, no âmbito do projeto de Solvência II, o FI está adaptando o modelo à realidade dos fundos de pensão.

Com relação à supervisão dos fundos de pensão, o FI tem como principais objetivos proteger os interesses dos participantes e beneficiários de um plano de benefícios e assegurar a eficiência dos mercados financeiros, fazendo com que as entidades gestoras cumpram com as suas responsabilidades e se protejam dos riscos aliados às suas estratégias de investimento (uma gestão prudente de ativos *versus* passivos).

O modelo de risco desenvolvido pela autoridade sueca consiste na implementação de *stress tests*, à semelhança do modelo alemão, de modo a classificar as entidades supervisionadas em diversos estágios de risco, passando pela simulação de cenários nos seguintes níveis:

- I. Risco Financeiro: Risco de Taxa de juros, Risco de crédito/contraparte, Risco acionista, Risco imobiliário e Risco cambial. O efeito total na cobertura das responsabilidades dos planos de benefícios (CN) é obtido pela form.(3):

$$CN = \sqrt{\sum_{i=1}^5 SL_i^2} \quad (3)$$

em que SL_i designa o impacto líquido do risco de taxa de juros, risco acionistas, risco imobiliário, risco de crédito e risco cambial. Assim, se ocorrer impacto negativo (como resultado dessa fórmula) no valor dos ativos do plano que conduza a um financiamento das responsabilidades, tal corresponderá a um “sinal vermelho”;

⁹ O modelo de supervisão sueco foi inspirado no “sistema de sinalização” já implementado na Dinamarca.

- II. Risco administrativo: Medição do efeito de um aumento das despesas fixas;
- III. Risco atuarial: Aumento da mortalidade (impacto em planos que garantem o benefício de sobrevivência imediata e diferida); aumento da esperança média de vida (impacto nos planos de pensões em geral, prolongando o período de pagamento de benefícios); estimativas incorretas da futura esperança de vida; aumento do número de inválidos (impacto em planos de pensões que garantem o benefício por invalidez); o decréscimo do número de recuperações em inválidos temporários (impacto em planos que garantem o benefício por invalidez); estimativas incorretas do estado dos futuros inválidos (recuperação ou morte); o aumento de acontecimentos imprevisíveis (falência, alteração da estrutura populacional ou do tipo de plano, fusões, cisões, etc.).

Desta forma, a partir dos resultados obtidos através destes testes, mais precisamente o seu impacto no nível de financiamento das responsabilidades de cada plano, a entidade gestora responsável será classificada em um nível de risco elevado (vermelho), médio (amarelo) ou baixo (verde).

3.4 Modelo Inglês

Como resultado das alterações introduzidas, em 2004, na legislação que regula a atividade dos fundos de pensão no Reino Unido (*Pensions Act*) foi criada, em abril de 2005, uma nova autoridade de supervisão dos fundos de pensão, designada *The Pensions Regulator* (TPR), que veio substituir a *Occupational Pensions Regulatory Authority*, com maiores poderes de supervisão.

A nova legislação determinou objetivos específicos para a atividade da nova autoridade de supervisão: assegurar a garantia dos benefícios aos participantes de um plano promovido por uma empresa para os respectivos trabalhadores; promover uma boa gestão destes planos, estabelecendo padrões de um elevado grau de competência e conhecimentos necessários para uma entidade poder gerir fundos de pensão; e reduzir o risco das situações que podem levar a uma reclamação

compensatória junto ao *Pension Protection Fund*¹⁰, o qual foi criado na mesma data da autoridade de supervisão.

Por conseguinte, tendo como objetivo a identificação e redução dos riscos dos fundos de pensão, aliado ao fato de um poder maior para a coleta de informação sobre cada fundo de pensão, foi implementado um modelo de supervisão baseado no risco, permitindo uma análise individual dos riscos inerentes a cada fundo, de modo a que os supervisores possam concentrar os seus recursos nos fundos que apresentam situações mais delicadas, bem como a identificação de tendências no mercado dos fundos de pensão.

A autoridade inglesa considera como potenciais riscos de um fundo de pensão os seguintes (por tipo de Plano):

- Plano de Benefício Definido: aumento de contribuições e falta de pagamento dos benefícios garantidos nos planos;
- Plano de Contribuição Definida: nível de gestão e de compreensão, por parte dos participantes, beneficiários e contribuintes, do respectivo plano;
- Planos em geral: nível de competência da entidade gestora, qualidade dos investimentos e fraude.

Ainda, avaliando o nível de risco, o TPR leva em conta qual a probabilidade de ocorrência de uma situação que afeta a segurança da população do plano e o impacto desta situação, dada a natureza, tamanho (número de participantes e beneficiários) e demais características do plano analisado. Quando o tamanho do plano de benefícios é elevado, a autoridade inglesa acompanha de perto a situação, já que considera que o potencial impacto daquele fator de risco é elevado, apesar destes planos por lei já estarem sujeitos a uma auditoria interna e à constituição de uma comissão de acompanhamento. Dessa forma, conforme o nível de risco e tamanho de um plano de benefícios, o TPR estabelece um determinado nível de intervenção.

¹⁰ “O *Pension Protection Fund* é um fundo público autónomo que foi criado para providenciar uma compensação aos participantes e beneficiários de planos de pensões de benefício definido quando existir uma situação determinante de insolvência por parte da empresa associada e não existirem activos suficientes para garantir um benefício mínimo aos membros do plano.” (SANTOS, 2008, p. 75).

No âmbito de executar o objetivo de promover uma boa gestão, por parte das entidades gestoras dos fundos de pensão, a autoridade de supervisão inglesa criou um código de conduta e controle a ser seguido por aquelas entidades, complementando com um guia que recomenda a utilização de uma gestão orientada para o risco.

A autoridade de supervisão considera que uma boa definição de objetivos no processo de gestão de um fundo de pensão é fundamental para o passo seguinte, isto é, a identificação dos riscos específicos de cada fundo.

Uma vez identificados os riscos, estes devem ser registrados num quadro criado pelo TPR que, além do risco identificado, deve igualmente conter a sua avaliação e forma de mitigação do risco, bem como a existência de riscos residuais. O TPR estabeleceu 5 categorias de risco que cobrem as áreas principais na gestão de um fundo de pensão. São elas:

- I. Operacional;
- II. Financeiro;
- III. Financiamento (planos de benefício definido);
- IV. Regulação;
- V. Compliance.

Após a identificação dos riscos inerentes aos fundos de pensão, a entidade gestora deverá definir critérios de avaliação para eles, de modo a classificar o nível do risco identificado.

Esta classificação tem particular importância para a definição do plano de controle e mitigação dos riscos identificados. Definidos os critérios de avaliação do risco, a entidade gestora procede à sua avaliação e identificação do seu grau de ocorrência. O nível de risco é categorizado com base em uma matriz de risco, na qual o campo verde significa nível baixo de exposição ao risco (nível aceitável, não exige controle), o campo laranja representa um nível de risco médio (controle constante da maneira de evitar que o risco passe para o vermelho) e vermelho que reflete um nível elevado de risco (requer plano de ação imediato). A partir de avaliação dos resultados da matriz deverão ser desenhados planos de ação para os riscos classificados como laranja ou vermelho (objetivo de reduzir a probabilidade de

ocorrência e/ou limitar o impacto). Por último, surge a fase de monitorar o sistema de controle interno e efetuar alterações necessárias (se forem detectados novos riscos).

3.5 Modelo Canadense

O Canadá é reconhecido mundialmente pelos seus avanços no campo de supervisão de instituições financeiras.

Segundo Hiralal (2003), o modelo de supervisão canadense tem a seguinte estrutura básica:

- I. É aplicado a todas as instituições financeiras;
- II. A supervisão se dá de forma consolidada;
- III. As análises e a tomada de decisão são feitas de forma criteriosa;
- IV. As análises são baseadas em avaliação de risco;
- V. Importantes funções de supervisão são transferidas para as empresas;
- VI. Dependência do trabalho de auditores e atuários responsáveis.

O órgão supervisor confia nos elementos de controle de risco das empresas do mercado, mantendo a capacidade e a prerrogativa de, a qualquer tempo, verificar como estes elementos de controle de risco estão operando.

No desempenho de suas tarefas, o supervisor mapeia as atividades relevantes da empresa e identifica os riscos existentes nestas atividades. A seguir é analisado o gerenciamento de risco da empresa e o seu efeito nos riscos suportados, chegando assim ao que pode ser chamado de risco líquido suportado. A essa análise de risco são adicionadas considerações sobre a adequação de capital da empresa e seus resultados financeiros, não sendo apenas considerações pontuais, mas levando em conta, também, o comportamento dos ganhos e do capital ao longo do tempo.

A principal diferença encontrada para adaptação do modelo aos fundos de pensão é que o Canadá apresenta uma divisão de poderes e responsabilidades entre o governo federal do Canadá e os “governos” das diversas províncias, o que de alguma forma complica a estrutura de supervisão dos fundos de pensão. Cada

província dita as suas próprias regras e procedimentos de supervisão, existindo, contudo, uma associação, *Canadian Association of Pension Supervisory Authorities*, que procura harmonizar a legislação a aplicar nas diversas províncias.

De maneira geral, as autoridades de supervisão canadenses entendem como cenário do mínimo de solvência aquele que pressupõe uma avaliação dos ativos e das responsabilidades do plano com base em pressupostos e métodos atuariais determinados de acordo com o parâmetro de que o plano se extingue no ano da avaliação e, como cenário *going concern valuation* (financiamento), aquele que pressupõe uma avaliação dos ativos e das responsabilidades do plano com base em pressupostos e métodos atuariais determinados segundo um padrão de continuidade do plano por tempo indeterminado (projeção do valor da carteira de ativos para a data de término das responsabilidades do plano – *Asset Liability Management* - ALM).

Podemos citar como exemplo a Província de Ontário, cuja entidade que regula a atividade dos fundos de pensão é o *Financial Services Commission of Ontario* (FSCO). O FSCO implementou uma abordagem baseada no risco de supervisão do financiamento, no início somente para planos de benefício definido. O objetivo da autoridade ao introduzir este tipo de modelo de monitorização é a redução do risco de os participantes e beneficiários não receberem os benefícios garantidos.

No final de 2002, tendo em conta a importância da supervisão orientada para o risco no lado dos ativos dos fundos de pensão, o FSCO iniciou o desenvolvimento de um programa de monitorização dos investimentos dos fundos de pensão, de modo a criar uma forte governança e um adequado nível de controle e segurança dos investimentos. Em 2004, foi realizada uma consulta pública (para as entidades gestoras se pronunciarem) ao modelo de monitorização dos investimentos baseado nos riscos.

3.6 Supervisão baseada em riscos no Brasil

A implementação da Supervisão Baseada em Riscos (SBR) é uma das prioridades para o ano de 2010, segundo Ricardo Pena, diretor superintendente da Superintendência Nacional de Previdência Complementar (Previc). De acordo com o Banco Mundial, a boa condução da SBR pode ajudar a garantir que os participantes

e assistidos tenham mais segurança quanto ao recebimento de benefícios condizentes com suas contribuições (REVISTA DA ABRAPP, 2010).

No entanto, há alguns requisitos que precisam ser cumpridos por todo o sistema a fim de que a introdução da nova abordagem seja bem sucedida. Em primeiro lugar, a agência de supervisão precisa ter independência, credibilidade e autoridade. Em segundo lugar, os funcionários do órgão devem compreender verdadeiramente quais são os principais conceitos e objetivos da SBR. Em terceiro lugar, a Previc¹¹ deve ter em seu poder dados corretos e precisos sobre o sistema e seus componentes, bem como sistemas eficientes de processamento de dados. Em quarto lugar, o ente supervisor precisa adquirir poderes legais suficientes e adequados, além de desenvolver medidas de desempenho focadas nos resultados.

Vários países desenvolveram sistemas de SBR com características específicas condizentes com os diferentes sistemas previdenciários que possuem. As maiores ameaças externas levantadas pelos especialistas foram a queda contínua das taxas de juros, a distribuição de superávits, a redução de benefícios em casos de déficit ou fechamento do plano e o mau uso da liberdade conferida às entidades para gerenciar seus investimentos.

A Análise da Previc feita pelo Banco Mundial divide cada um desses pontos em duas categorias: internos e externos.

Pontos fracos do ambiente externo: subvalorização dos passivos BD, as taxas de desconto e tábuas de mortalidade, relutância de patrocinadores em controlar os riscos de fundeamento, o nível de profissionalismo dos atuários, a falta de consistência na utilização de técnicas quantitativas, as deficiências cognitivas por parte dos conselheiros, os conflitos de interesses e o ambiente legal. No ambiente interno, as principais fraquezas são a consistência da abordagem atualmente utilizada, a falta de pessoal especializado, a dificuldade da agência em avaliar a gestão de riscos das entidades, e a análise limitada contida nos relatórios atuariais e legais.

¹¹ A Lei 12.154/09, que cria a Superintendência Nacional de Previdência Complementar (Previc), está em vigor desde 23 de dezembro de 2009, quando foi sancionada, com vetos, pelo presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva. A Previc funcionará como órgão fiscalizador das atividades de entidades fechadas de previdência complementar, funções atualmente exercidas pela Secretaria de Previdência Complementar.

4 RISCOS EM PLANOS DE MODALIDADE BENEFÍCIO DEFINIDO

Devido às características de sua estrutura, utilizaram-se para este estudo análises e soluções para os Planos de Benefício Definido (considerando que estes representam a modalidade com o maior risco dentre as modalidades de planos oferecidos no mercado). Neste contexto, o capítulo trata de riscos e formas de avaliação dos riscos em planos de característica de Benefício Definido (BD).

Os Fundos de Pensão de maneira geral estão sujeitos a riscos. Estes riscos estão colocados de forma muito clara e objetiva em Veiga (2003), quando enuncia que “a principal meta de um fundo de pensão é cumprir seu estatuto”. Mais adiante temos:

À administração do fundo cabe a gestão do estoque de ativos, de forma a assegurar o pagamento de benefícios até a extinção do plano. Para alcançar esta meta, o fundo deve formular uma política de investimentos que observe permanentemente duas condições: equilíbrio e liquidez. (VEIGA, 2003, p. 3)

Para uma EFPC, risco atuarial corresponde à suposição de incapacidade futura de saldar benefícios assumidos. Com o incremento na expectativa de vida da massa de participantes sobre o equilíbrio atuarial dos planos, chegou-se a uma concepção de que é perfeitamente natural que os fundos promovam ajustes, de modo a adequar gradualmente os recursos às necessidades do passivo. Essa flexibilidade contribui para que administradores responsáveis atuem em tempo hábil, de forma a diluir os efeitos das mudanças no quadro demográfico.

As instituições que trabalham com seguro ou previdência, cujos eventos podem levar décadas para se consolidar, correm riscos no desenvolvimento de sua atividade. Isso ocorre porque é extremamente difícil considerar todas as informações sobre eventos futuros que possam subsidiar os gestores na tomada de decisão que evite ou minimize esses riscos.

No caso de uma fundação de previdência, há sempre uma condição de se negociar novas taxas de contribuição para participantes e patrocinadores, sempre que se acene com a possibilidade de que se torne inviável cumprir suas obrigações dentro do custo estimado inicialmente.

Nos EUA e no Reino Unido, os planos BD dependem principalmente do patrocinador para que níveis adequados de solvência sejam mantidos ou, em alguns casos, restabelecidos. Em ambos os países, se o patrocinador não estiver em condições de dar apoio financeiro ao fundo de pensão, há sistemas em vigor que oferecem alguma proteção para os planos.

A Holanda adota uma abordagem diferente dos outros países em relação a seus arranjos BD. Na Holanda, não há um esquema garantidor. Ao invés disso, as autoridades do país optaram por introduzir um arcabouço legislativo que permite que os benefícios sejam alterados ou reduzidos caso os níveis de solvência demandem tais ações. Como resultado, quase todos os fundos decidiram impor certo nível de indexação aos benefícios. Caso seja necessário, o próximo passo será a redução dos benefícios prometidos (além da suspensão dos mecanismos de indexação).

Em épocas de crise financeira, os Planos BD tentaram alcançar o casamento de passivos (em ascensão) com ativos (em queda). Para muitas empresas, o risco representado por tais planos tornou-se um fardo e, embora os empregados acreditem que esses arranjos lhes garantem certo nível de segurança, os recentes acontecimentos comprovam que nem sempre esse é o caso.

Nos planos de benefício definido torna-se necessário identificar e analisar as variáveis principais que definam a situação financeira e o nível de solvência de cada fundo de pensão. Desta forma podemos identificar cinco grandes áreas de risco (com algumas sugestões de análise), ou seja, cinco variáveis principais, e as possíveis subvariáveis de cada área de risco:

- I. Populações, associados e respectivo setor de atividade;
- II. Gestão;
- III. Situação atuarial;
- IV. Ativos financeiros;
- V. Contribuições.

Na categoria de risco referente a populações, associados e respectivo setor de atividade, poderão ser analisadas determinadas variações populacionais, bem como elementos referentes ao associado.

Além do tamanho da população, deverá também ser feita uma análise à estrutura etária da população, principalmente dos ativos com benefício em formação,

e ao respectivo tempo de serviço, uma vez que estes são fatores determinantes da volatilidade das responsabilidades futuras do fundo, assim como um estudo da mortalidade real da população ativa e beneficiária do fundo, ou por outro lado um estudo da sua longevidade.

Outro tipo de análise que poderá ser efetuada nesta categoria de risco é a verificação dos dados utilizados para o cálculo das responsabilidades.

Na área de risco da Situação Atuarial, são várias as possíveis fontes de risco que são interessantes analisar, sendo de significativa importância o estado de solvência de um fundo de pensão.

O risco atuarial não pode, apenas, ser avaliado com base no nível de financiamento, já que há muitos outros aspectos que deverão ser levados em consideração, os quais, por vezes, não denotam explicitamente uma eventual situação de insolvência, mas que poderão, sem dúvida, contribuir para tal.

Deste modo, deverá ser avaliado o peso do valor atual dos benefícios em pagamento relativo a aposentadoria nas responsabilidades totais. Nota-se que estes valores atuais, dadas as suas particulares características, devem referir-se ao cenário utilizado para efeitos do cálculo do custo normal das responsabilidades do plano (cenário de financiamento).

De significativa importância é, também, a verificação da adequação dos métodos de cálculo.

No que diz respeito à adequação dos métodos e hipóteses atuariais e financeiras utilizados, deverão considerar-se os seguintes pontos:

- Verificação do cumprimento da legislação vigente;
- Se a tábua de mortalidade utilizada no cálculo das responsabilidades se revela adequada face à mortalidade real verificada: estudo de aderência da tábua utilizada face ao universo populacional do grupo onde se considera que o fundo se integra;
- Se o plano garantir a atualização de benefícios, esta deverá ser considerada nos cálculos.

Na categoria de risco referente aos Ativos Financeiros, é importante mensurar a exposição do fundo aos vários riscos de investimento. São eles:

- Risco de mercado – decorrente da possibilidade de sucederem perdas mediante movimentos desfavoráveis no mercado, tais como alterações dos preços ou das taxas de juros dos ativos;
- O risco de taxa de juros, o qual está associado a movimentos nas curvas das taxas de juros, com consequências no nível do valor atual das responsabilidades dos fundos de pensão, do valor investido em obrigações, bem como em qualquer outro tipo de ativos sensíveis às variações nas taxas de juros;
- O risco de *cash flow*;
- O risco de crédito;
- O risco sistêmico que se refere à possibilidade de que um choque localizado em algum ponto do sistema financeiro possa refletir no sistema como um todo;
- O risco país que é um indicador que tenta determinar o grau de instabilidade econômica de cada país, ou seja, indica ao investidor se o preço de se arriscar num determinado país é mais ou menos elevado, sendo que, quanto maior for aquele risco, menor será a capacidade do país em atrair investimentos estrangeiros;
- O risco de liquidez – decorre da facilidade/dificuldade com que se pode converter um ativo em recurso, nomeadamente da eventualidade de não ser possível obter fundos suficientes para fazer face às obrigações assumidas ou de o investidor não conseguir, a qualquer momento, antes do seu vencimento, negociar um determinado ativo a um preço razoável (ex: valor de mercado).

Deverá, também, verificar a forma de valorização dos ativos (mensurar pelo valor de mercado ou com base no seu justo valor, quando o primeiro não estiver disponível) e a adequação da política de investimentos perante a legislação.

Uma das avaliações mais completas (considera tanto a parte de investimentos e cenários quanto a parte atuarial) verificadas para os fundos de pensão será da utilização de técnicas de gestão conjunta de aplicações financeiras e responsabilidades do plano, técnicas de ALM (*Asset Liability Management*), por parte da fundação, ou seja, definição de processo de formulação, implementação, monitorização e revisão das estratégias de investimento face às responsabilidades do plano [ver a abordagem de ALM proposta por Hainaut e Devolder (2007)].

Por último, na categoria de risco referente a contribuições, é importante verificar a suficiência das contribuições recomendadas frente a um eventual déficit de cobertura. Uma análise deverá ser efetuada relativamente ao financiamento das responsabilidades com direitos adquiridos, ou seja, verificar, por um lado, se o plano prevê a atribuição de direitos adquiridos e, por outro, em caso afirmativo, se as respectivas responsabilidades são calculadas e financiadas anualmente. Análise semelhante poderá ser efetuada no financiamento das atualizações de benefícios: se o plano prevê ou não esta garantia e, em caso afirmativo, se aquele pressuposto está considerado no cálculo das responsabilidades ou se as atualizações, quando existem, são financiadas através de contribuições extraordinárias e, por fim, se este meio de financiamento está previsto no regulamento do fundo.

4.1 Avaliação dos riscos: aplicação prática em fundos de modalidade Benefício Definido

Neste item, pretende-se demonstrar alguns métodos de avaliação dos riscos a que um fundo de pensão exemplificativo está sujeito. Dada a extensa dimensão dos riscos incorridos por um fundo de pensão, foram selecionados riscos passíveis de se mensurar quantitativamente e de significativo impacto nos ativos e passivos de um fundo de pensão, segundo o conceito de Supervisão Baseado em Risco (SBR).

O risco de mortalidade (neste caso risco de longevidade) assume particular importância nos fundos de pensão, uma vez que os benefícios garantidos para data de aposentadoria só serão devidos caso um participante permaneça no fundo até essa data e se encontre vivo naquela data. Ainda, dado que aquele benefício será pago vitaliciamente, é importante destacar o fator longevidade durante o seu pagamento. Saliente-se que, no âmbito dos riscos designados “atuariais”, poderá ser avaliado o risco de invalidez inerente aos fundos de pensão.

Apesar do marcante impacto dos riscos atuariais no valor das responsabilidades de um fundo de pensão, cada vez mais os riscos financeiros assumem uma crescente importância no contexto atual. No entanto, dada a sua

diversidade e conteúdo do trabalho elaborado, irá avaliar-se, apenas, o risco de mercado, mais especificamente o risco de taxa de juros.

O plano de benefício definido do hipotético fundo de pensão que será analisado será constituído por uma determinada população (somente com participantes já recebendo benefício) e o seu património será composto por uma determinada carteira de ativos, considerando-se ainda uma sugestão de ativos com base no modelo de *Cash Flow Matching*. Em primeiro lugar, será feito o cálculo das responsabilidades do fundo de pensão numa determinada data e, em seguida, será feita a mensuração dos riscos referidos.

A avaliação dos riscos será, então, efetuada através da quantificação dos riscos assumidos. Não obstante, através da análise do montante de capital necessário, poderemos retirar algumas conclusões importantes frente ao já referido projeto de Solvência II. É importante salientar que, também neste capítulo, serão abordados os estudos desenvolvidos e as sugestões para avaliação do risco de longevidade e da taxa de juros.

4.1.1 Risco de taxa de juros

A análise do estudo, dada a característica do plano hipotético (plano de Benefício Definido fechado somente com participantes aposentados válidos), foi direcionada para os dois riscos que maior impacto geram no valor das responsabilidades de um fundo de pensão (com um plano seguindo a característica do plano hipotético). O risco de taxa de juros e o risco atuarial (biométrico).

O risco de taxa de juros definido como o risco de perda no valor económico da carteira de ativos e/ou do aumento das responsabilidades dos fundos de pensão, decorrente dos efeitos de mudanças adversas nas taxas de juros, encontra-se em todos os ativos e responsabilidades, cujo valor seja sensível a variações na estrutura temporal ou à volatilidade das taxas de juros.

Entende-se por estrutura temporal o conjunto de taxas de juros e os respectivos prazos até o vencimento, sem risco de reinvestimento, para títulos de mesma qualidade de crédito, disponíveis, em uma mesma data e para uma mesma moeda.

4.1.1.1 Valor Justo das Obrigações

O passivo de um plano de benefício definido, também chamado de provisão matemática, pode ser representado pela soma de todos os benefícios a serem pagos ao longo do tempo descontados de todas as contribuições a serem recebidas no mesmo período. Estes fluxos são trazidos a valor presente descontados pela meta atuarial. O medidor de desempenho dos Fundos de Pensão para retorno dos investimentos a longo prazo é a meta atuarial.

A taxa de juros é uma das variáveis mais suscetíveis dentro do modelo de custeio do fundo de pensão, haja vista envolver processos de capitalização com períodos acima de 60 anos, que vão desde a fase de acumulação das reservas até o efetivo pagamento dos benefícios de aposentadoria. A magnitude do valor presente de uma série futura de pagamento de benefícios depende da taxa de juros escolhida para desconto desse fluxo.

O ordenamento legal, em vigor, previsto pelo órgão regulador por meio da Resolução do Conselho de Gestão da Previdência Complementar - CGPC n. 11, de 21 de agosto de 2002, limita a taxa mínima de juros reais para projeções atuariais dos planos de benefícios em 6% a.a. A redução da taxa de juros provoca uma elevação no custo estimado das aposentadorias dos planos de benefícios e está relacionada com as condições da política macroeconômica do país. Embora esse aparato legal seja relativamente antigo, de uma época em que os juros nominais eram significativamente mais elevados, a maioria dos planos ainda adota o retorno real de 6% no cálculo do passivo. A explicação é simples: os custos da mudança são elevados.

Como no Brasil as expectativas da evolução das taxas básicas de juros miram o mínimo histórico e as perspectivas para a economia apontam uma tendência de estabilidade e crescimento sustentável, espera-se que os planos de previdência passem a olhar essa mudança do índice atuarial com mais cuidado.

O movimento de redução das metas atuariais dos planos de benefício definido das entidades fechadas de previdência complementar tem impacto direto no volume em ativos necessário para o equilíbrio atuarial dos planos. A principal motivação

para este movimento é a queda dos juros reais na economia e o consequente fechamento das taxas de retorno dos ativos financeiros.

Aproximadamente 16% dos planos de benefício definido reduziram as suas metas atuariais entre 2006 e 2009, segundo um levantamento realizado com pouco mais de 100 entidades.

A meta atuarial, que representa a expectativa de retorno real dos ativos integrantes do programa de investimentos, tem impacto direto sobre o passivo previdenciário e, consequentemente, sobre o volume de recursos necessários para o equilíbrio do plano de benefícios. Portanto, quanto menores os juros reais da meta atuarial, maior o volume de recursos necessários em valor presente para que o plano esteja saudável.

Ilustração 4 - Distribuição das taxas de juros das metas atuariais

A redução de 16 pontos percentuais na proporção de planos que adotam os 6% como taxa de retorno real representa um avanço ainda mais significativo quando a análise é feita em termos de recursos. A avaliação pelo volume de ativos é importante porque, quanto maior o tamanho do passivo, mais complicada tende a ser a alteração da meta atuarial, isso porque, em caso de déficit, existem regras que podem exigir inclusive o aporte de recursos por parte da patrocinadora.

Ilustração 5 - Distribuição das taxas de juros das metas atuariais (por volume de ativos)

A redução passa para 54% quando a análise é feita em termos de recursos.

Seguindo a definição dada para provisão matemática, a equação simplificada para o cálculo em determinado momento seria:

$$M_t = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{B_{t+i} - C_{t+i}}{(1 + MA)^{t+i}}} \quad (4)$$

onde, M_t é a provisão matemática no momento t que se deseja analisar, B_{t+i} o total de benefícios pagos no período entre o instante $t+i$ e instante imediatamente anterior e C_{t+i} as contribuições recebidas em igual período. O momento T é aquele onde o plano se extingue, de modo que $T=t+n$. A variável MA é a meta atuarial no período.

Inserindo o conceito de valor justo das obrigações, teríamos o seguinte para o instante $t=0$:

$$M_0 = \sqrt{\sum_{i=1}^r \frac{b_i - c_i}{(1 + r_i)^i}} \quad (5)$$

em que r_i é a taxa de juros de mercado entre o momento $t=0$ e o momento i .

4.1.1.2 Considerações sobre o valor justo das obrigações

Um dos objetivos deste trabalho é apresentar uma maneira de precificar o Passivo (provisão matemática) de um Plano de Benefício Definido (hipotético) levando-se em consideração os riscos e conceitos de avaliação abordados pela Supervisão Baseada em Risco (SBR). A primeira etapa para a nova forma de precificação [diferentemente da apresentada na fórmula da eq. (4)] é encontrar uma estrutura a termo para prazos longos que permita trazer a valor presente os fluxos de pagamentos de benefícios de forma apropriada, e estimar o equivalente ao valor justo das obrigações (provisão matemática/passivo).

Façamos então uma primeira ilustração, na qual o passivo do fundo de pensão passa a ser um ativo quando observado pelo ângulo do participante. O fluxo de pagamentos a que este participante tem direito no futuro é, de fato, um ativo de sua propriedade.

Supondo que este ativo possa ser transacionado em mercado, ou seja, que se possa transferir o direito de propriedade sobre o fluxo de caixa em questão, qual seria o preço a ser cobrado sobre este ativo? Por não-arbitragem, uma primeira ideia de preço seria obtida trazendo-se a valor presente o fluxo pela taxa de juros de mercado.

O objetivo de encontrar o valor justo das obrigações (provisão matemática/passivo) é o de promover uma melhor comparação com o ativo. Esta uniformização de critérios tornaria mais ameno o problema da volatilidade do fator de solvência (que será abordado à frente), proporcionando também parâmetros de análise de qualidade superior. Uma forma de resolver este problema seria deixar de marcar o ativo ao valor de mercado, registrando o valor dos títulos da carteira pela curva de juros contratual. Uma decisão desta natureza, de fato, permitiria uma sensível redução da volatilidade do patrimônio.

A capacidade de levar alguns títulos até seu vencimento é um argumento forte no sentido de não existir uma preocupação com o risco de mercado, mas o fato de não visualizar não significa que foram eliminados. “Riscos não podem ser eliminados. Eles podem, sim, ser transferidos ou, em última instância, mascarados.” (APELFELD, 2003, p. 7).

No capítulo 5 são apresentados resultados de uma carteira gerada a partir do conceito de *Cash Flow Matching* com a adoção da metodologia de precificação a mercado e curva (curva de juros contratual) para as obrigações (provisão matemática/passivo) e os investimentos do plano (carteira de títulos sugerida para aplicação através do modelo de *Cash Flow Matching*).

4.1.1.3 Determinar a Estrutura a Termo da Taxa de Juros (ETTJ)

O primeiro passo para utilizarmos a metodologia de marcação a mercado para as provisões matemáticas é a definição da Estrutura a Termo da Taxa de Juros (ETTJ) que será utilizada na fórmula definida pela eq. (5).

As curvas de juros são importantes como fonte de informações para operadores, para o cálculo de valor a mercado de ativos e mensuração de riscos de mercado. “A escolha da melhor forma de cálculo da ETTJ vai depender do objetivo a que se destina” (FABOZZI, 2002, p. 40), porém, para tanto, devemos avaliar alguns pontos: os títulos utilizados para a construção da curva devem ter as mesmas características básicas (mesmo indexador, por exemplo), devem pertencer a uma mesma classe (mesmo risco de crédito, por exemplo) e serem suficientemente líquidos. Deveremos nos preocupar com os movimentos da ETTJ ao longo do tempo. Em um estudo sobre os principais fatores explicativos dos retornos dos títulos do Tesouro dos EUA e outros títulos relacionados, Litterman e Sheinkman (1991) apontam como sendo três os principais fatores derivados da ETTJ que, juntos, explicam 98,4% dos movimentos da ETTJ ao longo do tempo. O primeiro fator está associado aos deslocamentos paralelos da ETTJ, explicando 89,5% das variações nos preços. As mudanças na inclinação da curva respondem por 8,5% e as alterações na curvatura respondem por outros 2,0%. Em estudo semelhante voltado para o mercado brasileiro, Valli e Varga (2001) chegaram a conclusões muito próximas: 88,0% das variações são explicadas por deslocamentos paralelos, 8,4% por mudanças na inclinação e 2,0% por mudanças na curvatura.

A metodologia de ajuste da curva, entretanto, não terá interesse direto para a proposta de trabalho que estamos desenvolvendo, pois em nosso objeto de estudo

os “erros” incorridos na precificação do passivo serão compensados por “erros” proporcionais na precificação dos ativos.

Basicamente, uma curva de taxa de juros pode ser classificada de três formas, segundo apostila metodologia apresentada em “Introdução à Precificação de Ativos Financeiros” (Apostila Risk Office, 2009):

- I. *Yield Curve* (ou Taxa Interna de Retorno – TIR): refere-se a uma estrutura temporal (curva) que relaciona as taxas internas de retorno de títulos aos seus respectivos vencimentos;
- II. *Spot Curve* (taxa à vista): refere-se a uma estrutura temporal (curva) que relaciona as taxas implícitas de títulos zero cupom (*zero coupon bonds*) aos seus respectivos vencimentos;
- III. *Forward Rates of Interest* (taxa de juros a termo): refere-se a uma estrutura temporal (curva) que relaciona as taxas de juros implícitas entre vencimentos futuros de títulos zero cupom (*zero coupon bonds*).

A qualidade de crédito dos títulos utilizados para construir a estrutura a termo deve ser a mesma porque, para um mesmo prazo, se as taxas forem extraídas de títulos com risco de crédito diferentes, estas certamente serão diferentes por conta do prêmio que o mercado cobra para assumir esse risco.

Para o propósito deste texto, define-se como estrutura a termo de taxa de juros (ETTJ) a estrutura temporal (curva) que relaciona as taxas implícitas no preço de títulos zero cupom (*zero coupon bonds*) aos seus respectivos prazos de vencimentos. A ETTJ poderá ser gerada a partir dos preços a mercado de instrumentos financeiros (ETTJ observada), tais como Futuro de DI, Swap e Títulos Públicos¹².

O modelo utilizado para construção da ETTJ, que será utilizada no processo de cálculo do valor justo das obrigações, é o processo de geração de curvas a partir de contratos derivativos negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F)¹³. Tais curvas podem ser obtidas via mercado de títulos públicos. Neste caso, utilizaremos a aplicação do método conhecido por *bootstrapping*.

¹² A literatura apresenta vários modelos teóricos para gerar uma ETTJ. Exemplos de tais modelos podem ser vistos em Fabozzi (2002).

¹³ Para uma revisão sobre a estrutura de produtos derivativos financeiros negociados na BM&F, ver Budhraj e Figueiredo (2005).

O primeiro passo para construção da Estrutura a Termo consiste em separar os títulos da mesma qualidade de crédito e referidos na mesma moeda. Para este estudo foram selecionados os títulos indexados ao Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Em seguida, deve-se extrair a taxa de juros de cada um desses títulos em algum formato padrão (neste caso, 252 dias úteis).

A construção da curva de cupom de IPCA para um período n será dada por

$$i_e = (1 + i_s)^{n/252} - 1 \quad (6)$$

em que i_s é a taxa do contrato de *swap* e n é o número de dias úteis entre a data de divulgação e o vencimento do contrato.

Para a aplicação que desejamos, a ETTJ construída com base nas Notas do Tesouro Nacional – série B (NTN-B)¹⁴ é a mais adequada, seja pelo longo horizonte de tempo que alcançam, seja pelo fato de ter como indexador um índice de inflação (neste caso o IPCA que é o mesmo indexador dos benefícios do Plano hipotético).

A incerteza sobre os níveis de inflação é alta quanto maior o horizonte analisado; um investidor que deseja manter seu padrão de consumo no longo prazo deve dedicar especial atenção a este item em seu processo decisório.

Um ponto importante em favor da NTN-B está em seus prazos de vencimento. O fato de serem os títulos com o mais longo horizonte de maturação no mercado brasileiro (a mais longa vence em 2050) também oferece benefício associado à redução do risco de reinvestimento, que vem da incerteza da disponibilidade de títulos com as mesmas características para serem comprados quando do vencimento dos títulos atuais, ou mesmo quando do pagamento de cupons. Não há garantia de que títulos com as mesmas características serão disponibilizados no futuro. No caso da NTN-B, não há garantia que haverá novas emissões de títulos com estas características, ainda que estas também ofereçam um hedge natural ao emissor, dado que as receitas do Tesouro são indexadas à inflação.

¹⁴ Notas do Tesouro Nacional - série B, ou ainda as NTN-B são títulos que acompanham a variação acumulada pelo IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), que é medida oficial da inflação no Brasil. O investidor que escolhe a NTN-B tradicional recebe, além da variação do IPCA, juros definidos no momento da compra, com pagamento semestral e o principal na data de vencimento do título. Já a NTN-B principal é diferente na forma de pagamento dos juros, que são repassados de uma vez só ao investidor na data de vencimento do papel. Assim, não ocorrem pagamentos durante a vida do título, como no caso da NTN-B tradicional, somente no seu vencimento.

É importante ressaltar, neste ponto, que o fato de ter como emissor o Tesouro Nacional também favorece estes títulos, pois, por definição, esta é a instituição que oferece o menor risco de crédito aos investidores.

Para eliminar o risco de reinvestimento no processo de cálculo da ETTJ a partir do papel NTN-B (indexado ao IPCA¹⁵) foi utilizado o processo de *bootstrapping*¹⁶ (a partir das taxas conhecidas, para “vender” no mercado os cupons de cada título). Esse processo é conhecido nos EUA com *strip* (*separate trading of registered interest and principal*). Feito o *strip* dos cupons, fica-se apenas com cupons zero, cujas taxas não têm mais o risco de reinvestimento, tornando-se *spot*.

O procedimento conhecido por *bootstrapping* é utilizado para a extração de curvas de mercado a partir dos preços de títulos que pagam cupons intermediários. No caso do mercado nacional, tal metodologia se aplica aos títulos NBC-E, NTN-B e NTN-C, por exemplo.

No processo de *bootstrapping*, toma-se a taxa *spot* do primeiro título a vencer sem pagamento intermediário de juros e, com essa taxa, determina-se a taxa do próximo título que contenha um cupom antes de seu vencimento. Com essas duas taxas, chega-se à taxa do terceiro título e assim por diante, até se ter todas as taxas livres de risco de reinvestimento. Basicamente, a metodologia consiste dos seguintes passos:

- I. Determinar, a partir de seu preço, a taxa de retorno do título com vencimento mais curto;
- II. A partir dessa taxa e do preço do título com vencimento subsequente, determinar a taxa *spot* para o título em questão;
- III. Repetir o processo, recursivamente, para os demais títulos.

Considere a existência de k títulos, com vencimentos ordenados crescentemente. Sejam $R_1, \dots, R_k$ as Taxas Internas de Retorno (TIR) de cada um desses títulos, $PU_1, \dots, PU_k$ os seus respectivos preços e $r_1, \dots, r_k$ as taxas *spot* a

¹⁵ O IPCA é calculado mensalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e reflete as oscilações nos preços das cestas de consumo das famílias com renda de um a 40 salários mínimos. O índice é usado pelo Banco Central para acompanhar os objetivos estabelecidos no sistema de metas de inflação, que foi adotado em julho de 1999 como balizador da política monetária brasileira.

¹⁶ Aplicações deste procedimento podem ser vistas em Ferreira (2004).

serem determinadas. A curva de taxas *spot* pode ser gerada a partir das seguintes etapas:

- I. A taxa do primeiro período sofre influência apenas do título com primeiro vencimento, ou seja,

$$r_1 = R_1 \quad (7)$$

- II. A partir do segundo título, há influência do primeiro e do segundo vencimento. A taxa r_2 pode ser extraída da relação

$$P_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^a \frac{F_i}{(1+r_1)_t^{t_i}} + \sum_{i=1}^a \frac{F_i}{(1+r_2)_t^{t_i}}} \quad (8)$$

em que, a é o número de fluxos existente até o vencimento do primeiro título e o F_i é o valor do i -ésimo fluxo.

- III. Os títulos subsequentes serão tratados da mesma forma, considerando-se sempre as taxas encontradas até o título com vencimento imediatamente anterior.

Uma dificuldade prática é a de determinar as taxas para períodos intermediários, em que não há títulos disponíveis. Esse problema é resolvido pela interpolação de taxas (diversos métodos disponíveis).

4.1.1.4 Interpolação de Curvas

Esta seção apresenta dois possíveis métodos de interpolação de curvas de mercado: Interpolação por pro rata e Interpolação linear¹⁷.

- Interpolação por pro rata

Considere a variável $Y_{h,i}$ como sendo a taxa de juros efetiva no período de h até i , como ilustrado pela figura 6.

Ilustração 6 - Ilustração da taxa de juros efetiva em determinado período

Dado que se conheça a taxa efetiva, $Y_{h,i}$, em apenas alguns pontos no tempo, $i = 1, 21, 42, \dots, n$, uma taxa intermediária a eles, $Y_{h,i+x}$, poderá ser determinada conforme apresenta a form.(9).

$$Y_{h,i+x} = (1 + Y_{h,i}) \left(\frac{1 + Y_{h,i+k}}{1 + Y_{h,i}} \right)^{\frac{x}{N}} - 1 \quad (9)$$

em que h é a data atual a partir da qual a curva é projetada; x é o número de dias contados a partir de i , $i \leq x \leq k$; k é o próximo ponto conhecido a partir de i , $k = 21, 42, \dots, n$; N é o número de dias entre os vértices i .

¹⁷ Uma revisão sobre métodos de interpolação para a estrutura a termo de taxa de juros pode ser vista em Monteiro e Salles (2001) e Varga (2000).

▪ Interpolação Linear:

Dados $x_0, x_1, \dots, x_n$ e $y_0, y_1, \dots, y_n$, tal que $y = f(x)$, o problema geral de interpolação por meio de polinômios consiste em determinar um polinômio $P_n(x)$ de grau no máximo n , tal que

$$P_0(x_0) = y_0; P_1(x_1) = y_1; \dots; P_n(x_n) = y_n \quad (10)$$

No caso em que a função $f(x)$ entre dois pontos a e b seja substituída por um polinômio de primeiro grau, $P_1(x)$, tal que $P_1(a) = f(a)$ e $P_1(b) = f(b)$, tem-se uma interpolação linear entre a e b . Portanto, pode-se escrever $P_1(x)$ da seguinte forma

$$P_1(x) = -\frac{x-b}{b-a}f(a) + \frac{x-a}{b-a}f(b) \quad (11)$$

em que $a \leq x \leq b$, conforme ilustra a figura 7.

Ilustração 7 - Ilustração da taxa de juros considerando interpolação linear

4.1.1.5 ETTJ para cálculo do valor justo das obrigações

A correta extração da expectativa das taxas de juros futuras é importante a todos os participantes do mercado financeiro. Para os investidores serve como parâmetro que auxilia nas decisões relacionadas à elaboração de carteiras. Essa extração é normalmente executada considerando a taxa *forward* implícita na estrutura a termo das taxas de juros como um estimador da taxa *spot* futura.

A taxa *forward* é representada pela expectativa das taxas futuras ou, de outra forma, toda a estrutura a termo em um dado momento reflete as expectativas correntes do mercado a respeito das taxas futuras. Nesse sentido, uma estrutura a termo crescente indica que o mercado espera aumentos sucessivos nas taxas de curto prazo futuras, enquanto que uma estrutura a termo constante ou decrescente reflete expectativas de que as taxas futuras irão permanecer constantes ou irão decair.

A taxa *forward* reflete tanto as expectativas de taxas futuras como o prêmio pela maturidade e, dessa forma, a existência de uma estrutura a termo positivamente inclinada pode não significar expectativa de aumento nas taxas futuras, mas sim um prêmio pela maturidade (*term premium*) elevado embutido nessas taxas que pode compensar até mesmo uma expectativa de queda na taxa. Nesse sentido, deve-se subtrair da taxa *forward* o prêmio constante para obter-se um estimador não viesado da taxa *spot* futura.

O valor esperado (presente) de uma projeção de pagamento de benefícios depende da taxa de juros escolhida para desconto desse fluxo de caixa, que é função da expectativa da taxa de rentabilidade dos investimentos.

Como base para análise do valor justo das obrigações (a partir de metodologia apresentada ao longo do item 4.1), define-se a ETTJ juntamente com as *forward rates* calculadas com base nas taxas praticadas no mercado em janeiro de 2009 na negociação dos títulos públicos federais indexados em IPCA (NTN-B).

Ilustração 8 - Curva de Cupom de IPCA – NTN-B

A curva de juros é definida da seguinte forma: Curva *Spot* (linha vermelha), Curva *forward* (linhas horizontais) e taxas dos títulos em IPCA (pontos).

Deste modo, o risco de taxa de juros afeta, direta ou indiretamente, todos os instrumentos da carteira de ativos e o valor das responsabilidades dos fundos de pensão. O risco de taxa de juros no ativo encontra-se, geralmente, associado à subida das taxas, que provocam a redução do valor atual dos fluxos financeiros futuros proporcionados por estes instrumentos, diminuindo, conseqüentemente, o seu valor de mercado. Já o risco de taxa de juro no passivo está associado à descida das taxas de atualização que originam o acréscimo do valor atual das responsabilidades dos fundos de pensão. É importante ressaltar que a metodologia do *Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors* (CEIOPS) seguida para a modelagem do risco de taxa de juros consiste numa abordagem baseada em cenários (*scenario based approach*), isto é, lógica de *stress tests*: simulação de choques na ETTJ e conseqüente impacto no ativo e passivo dos fundos de pensão. Neste caso, torna-se fundamental a precificação do ativo e passivo pela mesma ETTJ.

4.1.2 Riscos atuariais: risco biométrico

Na sequência de avaliação dos riscos que geram impacto no valor das obrigações em fundos de pensão com planos semelhantes ao plano hipotético definido, abordaremos o risco biométrico. O risco biométrico está relacionado com o fator tempo, isto é, com a incerteza do momento de aposentadoria e falecimento de um participante/beneficiário, da duração ou existência do benefício, e com o fato de o indivíduo se invalidar ou deixar simplesmente de estar abrangido pelo plano em análise.

Além das variáveis financeiras, como a taxa de juros, cujo risco foi mensurado anteriormente, as probabilidades de vida/morte determinam largamente o valor atual das responsabilidades de um fundo de pensão, uma vez que uma alteração na mortalidade poderá afetar significativamente este valor. Outra variável, não tão significativa, mas que influencia igualmente o valor atual das responsabilidades de um fundo, quando este garante o benefício por invalidez, é a probabilidade de invalidez considerada para cada idade.

O estudo do risco de longevidade efetuado pelo CEIOPS consiste num *scenario based approach*, que procura compreender, no âmbito de uma análise dinâmica, a componente do risco de tendência, isto é, a evolução futura da mortalidade, e a incerteza associada ao risco dos parâmetros da mortalidade não estarem bem estimados. Nota-se que o anterior *Quantitative Impact Study* (QIS)¹⁸ compreendia a componente do risco associada à volatilidade, ou seja, à possibilidade de flutuações na mortalidade resultantes de acontecimentos imprevistos.

No entanto, verificou-se que este componente tinha um impacto consideravelmente mais baixo que os outros e por uma questão de simplificação, se a análise foi definida na aplicação de um fator de tendência, o qual, por sua vez, procura de algum modo refletir a volatilidade.

O *stress test* consiste na simulação de um choque de mortalidade, admitindo um cenário de decréscimo das taxas de mortalidade para cada idade.

Assim, o SCR para o risco de longevidade é dado através da form.(12).

¹⁸ Estudo de impacto quantitativo.

$$SCR_{long} = \Delta Passivo | Choque \quad (12)$$

Para a determinação do choque, o CEIOPS teve por base um estudo efetuado pela Watson Wyatt, publicado em 2004, que consistia numa proposta para o nível de capital standard necessário – *Individual Capital Adequacy Standard* (ICAS) – para as instituições financeiras do Reino Unido, no que respeitava à redução da mortalidade a um nível de confiança de 99,5% num horizonte temporal de 1 ano, expressa numa única diminuição permanente e uniforme da mortalidade. Este estudo indicou um decréscimo das taxas de mortalidade num intervalo entre os 5% e os 35%, assumindo-se em média um decréscimo de, aproximadamente, 18%.

Recentemente as submissões para o ICAS no Reino Unido passavam por um decréscimo, em média, das taxas de mortalidade de 25% de forma a cobrir o risco de longevidade, pressuposto considerado consistente e adequado por peritos externos.

Este choque revela-se, igualmente, consistente com a experiência observada nos últimos anos relativamente à taxa de aceleração da melhoria da longevidade da população (WILLETS *et al.*, 2004), a qual é induzida por uma vasta combinação de fatores tais como os avanços na área da medicina, particularmente no tratamento de doenças do coração e cancro, a redução do número de fumantes e a melhoria das condições de vida, entre outros.

Assim, assume-se que uma diminuição de 25% da probabilidade de um indivíduo não chegar vivo à idade normal de aposentadoria (65 anos) ou falecer após essa data, considerando a tábua de mortalidade assumida pela entidade gestora, é equivalente a aumentar a esperança de vida daquele indivíduo em 3.

Da mesma forma que foi verificado para o risco de longevidade, a quantificação do capital necessário para a cobertura do risco de invalidez procura refletir, por um lado, a componente tendência e, por outro, a incerteza quanto aos parâmetros de invalidez utilizados. Para a avaliação deste risco consideram-se dois cenários: um correspondente ao aumento das taxas de invalidez no ano seguinte ao da avaliação e o outro correspondente a um aumento uniforme das taxas de invalidez para os anos seguintes.

Deste modo, o SCR para o risco de invalidez é definido através da form.(13).

$$SCR_{inv} = \Delta Passivo|Choque \quad (13)$$

A determinação dos choques, no supramencionado estudo efetuado pela Watson Wyatt, demonstrou que para um nível de confiança de 99,5% num horizonte temporal de 1 ano, o capital necessário para a cobertura do risco de invalidez se traduzia num aumento médio das taxas de invalidez em cerca de 40%, variando o intervalo de confiança entre os 10% e os 60%.

Contudo, o CEIOPS releva que estas potenciais variações são atribuídas a fatores de curto prazo como, por exemplo, as epidemias, bem como o efeito do ciclo económico que pode aumentar o número de pedidos de aposentadoria por invalidez permanente. Por outro lado, poderão existir mais variações provocadas pelo reaparecimento de doenças como a tuberculose ou outras, para as quais os dados observados no estudo tinham pouca credibilidade.

Porém, tendo as Seguradoras considerado demasiado alto o acréscimo de 40% nas taxas de invalidez para o cálculo do respectivo requisito de capital, o CEIOPS decidiu fixar a percentagem em 35% para o 1.º ano após a data da avaliação, seguindo-se um aumento de 25% para os anos subsequentes. Faz-se necessário destacar que, para o plano hipotético analisado no estudo, o risco de invalidez não será calculado, uma vez que todos os participantes estão aposentados (e foram aposentados como participantes válidos).

4.1.2.1 Análise do Risco atuarial pelo conceito de SBR

A metodologia de cálculo do fluxo de caixa atuarial busca encontrar o valor esperado das receitas e despesas do plano. As metodologias de ALM têm como objetivo identificar a melhor alocação estratégica de ativos para que a Entidade tenha máxima segurança no pagamento dessas obrigações; ao utilizarmos o fluxo esperado de obrigações, obtido de forma determinística, dispomos apenas um valor, e esse valor (neste caso) é o fluxo de caixa esperado pelo cálculo atuarial. Essa é

uma estimativa pontual do valor esperado, nada se podendo inferir quanto à sua incerteza (variabilidade).

Assim, somente com o decorrer do tempo, quando da realização do fluxo de caixa, descobriremos então o valor verdadeiro da despesa atuarial. Esse valor deverá ser próximo ao estimado, porém será diferente dele. Se o fluxo realizado de obrigações for superior ao estimado, então se corre o risco de liquidez, ou seja, pode ser necessário vender ativos antes do vencimento para formação de caixa. Essa venda precoce de ativos poderá resultar na realização de perdas.

Antes de avaliarmos se a boa situação atual do Plano de benefícios, com relação às suas reservas e à solvência, permite que, mesmo em cenários de alta volatilidade, o fundo de pensão não enfrente situações que coloquem em risco a possibilidade de honrar com seus benefícios atuariais, devemos dimensionar o risco do passivo de uma melhor forma.

Tradicionalmente os atuários no Brasil vêm focando as suas atividades muito na direção de atender os requisitos contábeis e regulatórios dos problemas atuariais.

Para que ocorra a efetiva gestão de riscos impõe-se a necessidade de expandirem-se essas atividades a outras áreas, e os aspectos econômicos e financeiros precisam ganhar maior ênfase.

Ilustração 9 - Atividades para gestão de riscos

Quando os fundos de pensão estavam sendo criados, o estoque de ativos era zero, ou seja, os riscos estavam todos nas premissas atuariais e não havia risco de mercado a ser gerenciado.

Atualmente o montante de ativos é significativo, novos requisitos contábeis das patrocinadoras impõem novas demandas. Verifica-se uma clara mudança dos instrumentos financeiros e uma evolução considerável da expectativa de vida.

Os processos que são objetos de estudo da ciência atuarial apresentam riscos inerentes às suas naturezas, e os métodos e sistemas não passam de modelos estilizados desses processos.

É preciso ajustar o modelo para um modelo de riscos e então dimensionar esses riscos, estabelecendo regras para o grau de conservadorismo quantificado.

A necessidade de desenvolvimento de um modelo de exigência de capital (reservas) com base em riscos é bastante visível quando o conceito de SBR é aplicado.

Como o fluxo de caixa futuro não é determinístico, posto que depende de eventos de risco, então o seu valor presente também não o é (o valor da provisão matemática não é determinístico).

Assim, para se estabelecer o montante de provisão matemática com certo nível de confiança (por exemplo: 95%), é necessário conhecer a sua distribuição de probabilidade, ou seja, a sua dispersão em torno do valor esperado.

Os principais fatores de risco atuarial verificados através do conceito de SBR são:

- I. Mortalidade geral em tendência de redução;
- II. Oscilação da mortalidade;
- III. Estado civil dinâmico;
- IV. Inclusão de dependentes é dinâmica;
- V. Crescimento salarial é dinâmico.

A característica definida para o plano hipotético deste estudo direciona para uma análise mais robusta nos primeiros fatores apresentados acima (I e II).

4.1.2.2 Modelo tradicional para cálculo do Passivo Atuarial

O objetivo da Metodologia tradicional para cálculo do Passivo Atuarial é determinar o valor das obrigações previdenciárias. Obrigações que não apresentam valor conhecido e data certa para pagamento, ou seja, elas possuem incertezas ligadas ao momento de ocorrência e ao valor do benefício.

As incertezas relativas ao momento de ocorrência decorrem de riscos biométricos, ou seja, a data da liquidação financeira dessas obrigações é indeterminada, pois depende de eventos probabilísticos de morte ou sobrevivência

dos segurados e seus beneficiários cujas distribuições de probabilidades devem ser conhecidas.

A incerteza desses parâmetros faz com que seja necessário o uso de hipóteses, ou seja, de suposições sobre o comportamento futuro das variáveis que interferem no equilíbrio atuarial do regime de previdência. Para o caso de o momento da ocorrência das obrigações ser indeterminado, é necessário o uso de hipóteses biométricas como, por exemplo, tábuas atuariais e hipóteses de composição familiar. Já quando é o valor que não é determinado, hipóteses financeiras são utilizadas, como as de crescimento salarial, taxa de juros e reajuste de benefícios. Após a escolha das hipóteses de trabalho, podem-se mensurar as obrigações previdenciais do Fundo de Pensão. Para isso, deve-se:

- I. Calcular o fluxo de caixa prospectivo, no que se refere ao montante de receitas e pagamentos futuros a serem honrados ao longo do tempo;
- II. Calcular o Valor Presente dos direitos e obrigações do fundo, a partir do fluxo de caixa mencionado anteriormente.

O fluxo de caixa prospectivo para o plano hipotético analisado neste estudo é calculado a partir das seguintes fórmulas das eq. (14) e (15) (considerando que o plano é composto somente por participantes aposentados e pensionistas):

$$BP_{i,j}^t = B_{ti} P_{ij}^t \quad (14)$$

ou seja,

$$BP_{i,j}^t = \prod_{k=i}^{J-1} P_{kj}^t \quad (15)$$

onde, B é o benefício total anual pago ao participante, $P_{i,j}^t$ é a probabilidade de sobrevivência entre a idade i e t .

O fluxo de caixa apresentará a movimentação financeira, os valores de receitas e obrigações que o fundo terá com o participante no decorrer do tempo estimado. Por meio dele pode-se observar se haverá déficit ou superávit em cada instante do tempo. A provisão matemática dessa movimentação financeira traduz o valor do estoque de direitos e deveres assumidos pela instituição, ou seja, as

provisões matemáticas verificam a sua solvência financeira considerando uma determinada taxa de desconto (conforme apresentado no item 4.1.1 deste documento).

As estimativas se reportam a um plano de benefício definido, abrangendo uma massa de 1.400 participantes, dos quais 1.000 são aposentados válidos (neste caso, a premissa que será estudada é a mortalidade geral) e 400 são pensionistas. As premissas utilizadas para o cálculo foram:

- I. Taxa real de juros: 6% ao ano.
- II. Fator de capacidade salarial e de benefícios: 100,00% sobre a reserva obtida.
- III. Mortalidade geral: AT-2000.

Para evitar análises sobre demais premissas no cálculo do Passivo Atuarial do fundo de pensão hipotético, trabalharemos somente com a massa de aposentados e pensionistas. Dessa forma visualizaremos um dos riscos de maior intensidade visualizado pelo conceito de SBR, o risco biométrico – através da evolução da expectativa de vida (redução gradativa da probabilidade de morte).

Para a utilização das premissas atuariais apresentadas anteriormente, as definições que apresentaremos a seguir fornecem um breve sumário dos principais elementos da matemática atuarial básica. Pretende-se que as informações sejam principalmente uma fonte de referência rápida. No decorrer do capítulo faz-se necessário o entendimento delas.

Fator de capacidade salarial e de benefícios

Os Fatores de Capacidade (Salarial e Benefício) são utilizados para estimar as perdas inflacionárias decorrentes dos efeitos da inflação futura, de modo a determinar o valor real, ao longo do tempo, dos salários e dos benefícios. O custo das aposentadorias nos fundos de pensão inversamente proporcional a mudanças na taxa de inflação de longo prazo.

O cálculo do fator de capacidade consiste em converter todos os salários ou benefícios em moeda constante num determinado período n , por uma taxa de inflação i , como pode ser visto na form.(16).

$$FC = \frac{{}^a \overline{n} | i}{n} \quad (16)$$

Ilustração 10 - Fluxo do Fator

O fator de capacidade (FC) será válido se $0 < FC \leq 1$, pois, quando $FC = 1$, os salários e benefícios estão no mínimo e quanto mais se aproximar de 0, maior o nível de inflação assumido como premissa do plano previdenciário. O fator de capacidade é uma variável que pode reduzir (ou aumentar) significativamente o nível das reservas matemáticas dos fundos de pensão.

No desenho de plano no fundo de pensão hipotético estudado, o fator determinado para definição do valor real dos benefícios para os participantes assistidos é igual a 1.

Tábuas Atuariais

As tábuas atuariais são utilizadas para o cálculo das probabilidades de sobrevivência, de mortalidade e de entrada em invalidez por parte dos participantes do plano de previdência.

A variável mortalidade é expressa por tábuas de mortalidade ou tábuas de vida, que são, conforme Ortega (1987), arranjos teóricos que permitem medir as probabilidades de sobrevivência e de morte de uma população, em função da idade.

Existem diferentes tipos de tábuas de mortalidade, umas voltadas para o cálculo dos prêmios de seguros como, por exemplo, a *CSO-58* (tábua elaborada pela “*Commissioners Standard Ordinary Insurance/US*” em 1958, a partir da base de dados de 15 companhias de seguro de vida nos Estados Unidos, no período de 1950 a 1954), utilizadas em grupos de maior mortalidade e outras construídas para mensurar anuidades como, por exemplo, a *AT-83* e *AT-2000* (as tábuas *Annuity Table* foram elaboradas por Roger Scott Lumsden com base na observação dos contratos de anuidades de várias companhias de seguro e previdência reunidos pela “*Joint Mortality Committee*” dos Estados Unidos, nos períodos de 1971 a 1976 e 1992, respectivamente, sendo projetada uma tábua que cobrisse as probabilidades de morte das idades 0 a 109 anos).

O gráfico 11 representa uma comparação da função densidade de probabilidade entre as principais tábuas empregadas nos fundos de pensão. Pode-se observar que a *AT-49*, com sobrevida média (expectativa completa de vida), de 73,17 anos, é uma tábua que não se aplica aos fundos de pensão (a legislação brasileira define a tábua *AT-83* como a mínima para cálculo das expectativas de vida), pois apresenta uma sobrevida muito baixa, enquanto a *AT-83* e a *AT-2000* apresentam uma sobrevida média de 78,69 anos e 82,21 anos, respectivamente.

Ilustração 11 - Gráfico da Função Densidade de Probabilidade das Principais Tábuas de Mortalidade

Para cada curva apresentada na figura, a função densidade de probabilidade é obtida pela fórmula: $f(x) = \frac{l_x q_x}{l_0}$, onde l_x é o número de sobreviventes em idade x , q_x é a probabilidade de óbito na idade x e l_0 é o número de sobreviventes na idade 0, ou seja, número de pessoas supostamente acompanhadas do nascimento até a morte, pelas respectivas tábuas de mortalidade analisadas.

A legislação brasileira define que a tábua de mortalidade de válidos utilizada nas projeções de longevidade do participante em fase de recebimento de aposentadoria programada e continuada apresente expectativa igual ou superior, no mínimo, à tábua AT-83. Num fundo de pensão, a hipótese de mortalidade tem uma relação direta com o valor atual dos benefícios futuros. A utilização de tábuas de mortalidade com maior longevidade modificará o nível de reservas requeridas (elevação dos valores projetados).

Na sequência são apresentados os resultados da projeção do fluxo de caixa do fundo hipotético com o cálculo de duas provisões matemáticas (a primeira considerando taxa de juros atuarial de 6% e a segunda considerando a ETTJ definida no item 4.1.1.5). Referem-se a distintos períodos de pagamento de renda vitalícia, que são obtidos considerando as principais variáveis envolvidas, em um plano de benefícios. As variáveis envolvidas nos cálculos são: idade do participante aposentado, tábua de mortalidade (define a expectativa de vida do participante), o valor do pagamento mensal e a taxa de juros considerada no período.

Fluxo de caixa e Provisões Matemáticas

O Passivo Atuarial da figura 12 é representado pelo valor atual dos compromissos do Fundo de Pensão hipotético com os participantes Aposentados e Pensões, pela metodologia determinística.

Ilustração 12 - Fluxo de caixa atuarial determinístico

O gráfico 12 representa o valor de benefícios que deve ser pago no ano, descontado do valor das contribuições a serem recebidas no mesmo ano (desembolsos anuais) utilizando a metodologia determinística.

Ilustração 13 - Provisão Matemática considerando taxa atuarial de 6% ao ano

O gráfico 13 apresenta o valor presente do passivo líquido referente a parcela dos participantes aposentados e pensionistas. Por exemplo, o valor da Provisão em 2015 consiste no valor presente de todos os desembolsos (dos atuais assistidos) anuais a partir desse ano (de 2015 até o final do fluxo). A taxa real utilizada no procedimento de desconto foi a de 6,00% a.a.

Ilustração 14 - Provisão Matemática considerando ETTJ proposta

O gráfico 14 apresenta o valor presente do passivo líquido referente a parcela dos participantes aposentados e pensionistas. Por exemplo, o valor da Provisão em 2015 consiste no valor presente de todos os desembolsos (dos atuais assistidos) anuais a partir desse ano (de 2015 até o final do fluxo). A taxa real utilizada no procedimento de desconto foi a ETTJ definida no item 4.1.1.5.

4.1.2.3 Modelo proposto para simulação do Passivo Atuarial

A ideia central da metodologia é tratar os eventos relevantes para determinação do passivo como variáveis cuja evolução temporal foi modelada separadamente. O efeito das variáveis (mortalidade de válidos e mortalidade de inválidos) é o que determina o passivo. Modelamos as possíveis evoluções das premissas atuariais (mortalidade de válidos) e as utilizamos para gerar diversos fluxos de caixa (no caso deste Fundo de Pensão, somente benefícios para os participantes aposentados) futuros.

Todos os eventos que impactam no passivo do plano são binomiais e o processo de simulação irá simular sequencialmente (por sorteio) a ocorrência desses eventos para cada participante e respectivo grupo de dependentes (de acordo com a probabilidade esperada) até que cessem os direitos com relação ao Plano. Depois de simular todos os direitos de todos os participantes, agregam-se os resultados e obtém-se uma simulação completa do fluxo de caixa do plano como um todo. Repete-se o processo por diversas vezes para se obter um certo número “N” (neste caso 1.000) de fluxos de caixa do plano.

Um exemplo de como ocorre a simulação: suponhamos que um participante com 30 anos tem, segundo a tábua atuarial adotada, uma probabilidade de 0,3% (3 por mil) de morrer antes de completar 31 anos. Para simular a sua sobrevivência ou morte, podemos sortear um número de 1 a 1.000. Se der 1, 2 ou 3, consideramos que o evento morte ocorreu, do contrário o evento sobrevivência ocorre. Do mesmo modo, dada uma tábua de probabilidade de ocorrência de qualquer evento de risco, podemos simular a sua ocorrência ou não.

O modelo permite facilmente adotar cenários alternativos de tábuas de probabilidade futuras para os eventos de risco (mortalidade), isto é, podemos usar

tábuas que variam com o tempo. Dessa forma, no próximo item é definida uma metodologia para geração da mortalidade futura (diferentes tábuas para o processo de simulação).

Metodologia para Geração de Cenários de Mortalidade

Para gerenciamento do risco de longevidade, o primeiro passo é estudar a tendência de melhoramento (*improvement*) no padrão de mortalidade da carteira segurada. Para tal, devem-se utilizar métodos de projeção nos quais é analisada a tendência da mortalidade da população, como resultado de um longo período de observação.

Como citado por Pitacco (2007), em muitos países evidências estatísticas mostram que a mortalidade humana declinou no último século, em particular na última década. Em função disso, vários modelos estatísticos foram propostos para estimação dessa redução, entre eles citamos o método de Lee-Carter e o modelo de redução dos fatores de mortalidade (RENSHAW; HABERMAN, 2003). No entanto, para essa modelagem são necessários alguns anos de dados, o que a maioria dos fundos de pensão e seguradoras não possui.

A forma de concessão do benefício no plano BD é basicamente renda vitalícia. O risco para o plano é a sobrevivência dos beneficiários. A discussão da hipótese que melhor reflete a mortalidade esperada do grupo é um dos grandes debates no momento. É fato conhecido que a expectativa de vida do brasileiro vem crescendo ao longo do tempo. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹⁹, a expectativa de vida aos 55 anos de idade passou de 20 anos em 1991 para 24,2 anos em 2002, ou seja, conceitualmente este participante estaria vivendo e, por consequência, recebendo benefícios do plano por mais 4,2 anos. Isto significa que, para um mesmo período de capitalização, para um participante de um plano que estivesse avaliado com a tábua publicada pelo IBGE seria necessário um acréscimo de 20% no montante de recursos para pagamento do benefício.

¹⁹ Mais conhecido por sua sigla IBGE, é uma fundação pública da administração federal brasileira criada em 1934 e instalada em 1936 com o nome de Instituto Nacional de Estatística; seu fundador e grande incentivador foi o estatístico Mário Augusto Teixeira de Freitas.

A metodologia proposta é feita com base em estudo empírico sobre a experiência histórica de evolução da mortalidade nos EUA, para gerarmos cenários de evolução futura de mortalidade, o que se convencionou chamar de *Mortality Improvement*.

Este estudo compreende dados de mortalidade entre 1959 e 2002.

Observamos que para qualquer idade (x), salvo idades entre 18 e 30 anos em períodos de guerra, a mortalidade $[q(x)]$ apresentou tendência geral de redução.

Criamos um Índice de Mortalidade (IM) normalizando os valores observados ano a ano, tomando por base a mortalidade em cada idade no ano de 1959 com valor 1.0000 e obtivemos o gráfico 15.

Utilizamos a cauda da distribuição normal padrão iniciando em +1 desvio-padrão para criarmos famílias de caminhos com decaimento assintótico (assintótica; isto é, estende-se de - infinito a + infinito, sem nunca tocar o eixo horizontal, e portanto a função de x jamais se anula). Outras funções como as exponenciais, trigonométricas, polinomiais, etc. poderiam ser utilizadas sem gerar grandes diferenças nos resultados. É uma escolha arbitrária e nenhuma “é melhor” que a outra, assim, foi adotada essa abordagem apenas por entender que é bastante simples e direta.

Para realizar isso, a partir da distribuição cumulativa normal padrão $N(0,1)$, estabeleceram-se os seguintes parâmetros:

- A redução máxima (assintótica, limite para o tempo infinito) que denominamos de Valor Terminal (VT_x) e
- O número de anos necessários para que o Índice de Mortalidade (IM_x) seja reduzido em 50% da sua queda potencial, ou seja, o tempo necessário para que o IM_x seja igual a $VT_x + 0.5 \cdot (1 - VT_x)$.

Analisando a figura 15, verifica-se que, no período de 1959 a 2002, o Índice de Mortalidade foi reduzido de seu valor inicial ($IM_{t=0} = 1.0000$) para algo entre 0.50 e 0.75 para todas as idades, exceto 100 anos, onde a redução estabilizou-se em 0.90 desde 1975.

Com base nessa observação, foi estabelecida como premissa a possibilidade de que esses índices ainda tenham o potencial de redução de 33% da observada no período completo do estudo.

Assim, obtivemos as seguintes estimativas dos valores terminais do Índice de Mortalidade para cada idade (x):

Tabela 1 - Valor terminal para os índices de mortalidade

AGE	VT
20	0.708
30	0.754
40	0.523
50	0.406
60	0.496
70	0.476
80	0.485
90	0.601
100	0.830

Partindo desses valores terminais, buscamos os valores dos Tempos de Meia Vida (TMV) que minimizam a soma dos quadrados dos desvios entre os valores obtidos pelo modelo e aqueles observados nos dados reais disponíveis.

Nesse processo, foi utilizada a soma dos quadrados dos desvios apenas para os dados a partir de 1980, por entender que seria mais importante priorizar o ajuste dos caminhos obtidos pelo modelo aos dados mais recentes.

Na tabela 2, observamos os valores obtidos para os TMV_x para cada uma das idades em foco.

Tabela 2 - Valor terminal e Tempo de Meia Vida por idade

AGE	TMV	VT
20	26.22454137	0.68774
30	26.86288561	0.73337
40	24.37223694	0.51159
50	23.42252044	0.40533
60	24.49754075	0.48238
70	24.21197530	0.46535
80	24.25304764	0.47395
90	25.09529511	0.58465
100	24.85310863	0.82425

Após definidos esses valores e processos, foram calculados os valores esperados dos Índices de Mortalidade de algumas idades junto com os dados históricos.

Ilustração 16 - Valores esperados para os Índices de Mortalidade

Os caminhos de decaimento obtidos pelo modelo são tracejados. Não foram apresentados todos os caminhos (ou seja, todas as idades) para preservar a legibilidade do gráfico. Como desejado, o ajuste parece melhor nos dados mais recentes.

Calculam-se então os desvios (erros de projeção) de cada caminho e os respectivos desvios-padrão.

Tabela 3 - Desvio Padrão (erros de projeção)

AGE	STDEV (T>=10 yr)
20	0.095226
30	0.087454
40	0.070135
50	0.052383
60	0.052296
70	0.03392
80	0.02426
90	0.019002
100	0.024243

O comportamento da volatilidade mostra que os resíduos decrescem suavemente com o aumento da idade.

A partir dos cálculos das correlações entre os resíduos (desvios), obtém-se a seguinte matriz:

Tabela 4 - Matriz de Correlação entre os resíduos

AGE	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	1	0.93	0.82	0.84	0.87	0.6	0.74	0.27	0.45
30	0.93	1	0.96	0.91	0.95	0.75	0.89	0.41	0.58
40	0.82	0.96	1	0.93	0.96	0.83	0.93	0.5	0.7
50	0.84	0.91	0.93	1	0.94	0.93	0.97	0.69	0.82
60	0.87	0.95	0.96	0.94	1	0.8	0.9	0.46	0.73
70	0.6	0.75	0.83	0.93	0.8	1	0.96	0.86	0.9
80	0.74	0.89	0.93	0.97	0.9	0.96	1	0.73	0.86
90	0.27	0.41	0.5	0.69	0.46	0.86	0.73	1	0.83
100	0.45	0.58	0.7	0.82	0.73	0.9	0.86	0.83	1

Com esses dados, podemos gerar simulações para a evolução futura dos Índices de Mortalidade.

Para isso, devemos então partir de uma avaliação da mortalidade inicialmente observada, isto é, de uma tábua que esteja ajustada à realidade atual da massa populacional em análise, sem levar em consideração ganhos futuros.

Esta será considerada a “Tábua de Referência”.

Para a premissa demográfica adotada (“Tábua de Referência”), deverá ser efetuada a verificação da aderência a partir da confrontação das probabilidades escolhidas em relação àquelas constatadas nos últimos anos no plano de benefício analisado.

Essa análise de aderência da variável mortalidade somente pode ser medida ao longo do tempo, visto que o fato de se ter observado um número maior do que o

esperado de eventos ligados à morte ou sobrevivência dos participantes durante um ano não significa necessariamente que a tábua empregada esteja incorreta.

Assim, é preciso examinar por um intervalo de tempo mais longo, a fim de determinar se o que ocorreu foi atípico ou se, realmente, há um indicativo de que as tábuas devam ser substituídas por outras mais adequadas.

Algumas metodologias são utilizadas para testes de aderência. Segundo Montello (2002), para a população dos participantes assistidos, compara-se a reserva matemática efetiva, expressa pela form.(19), em relação à reserva matemática esperada, descrita pela form.(20), num determinado período, segundo o índice de aderência (Ad_t).

Seja Ad_t o Índice de aderência da hipótese adotada e ocorrida entre o momento inicial 0 (zero) e o momento $t > 0$, então, tem-se que:

$$Ad_t = \frac{\sum \hat{R}_t}{\sum R_t} \geq 1 \quad (17)$$

quando a hipótese adotada dá cobertura ao pagamento dos benefícios ocorridos entre o momento 0 (zero) e o momento $t > 0$.

$$Ad_t = \frac{\sum \hat{R}_t}{\sum R_t} < 1 \quad (18)$$

quando a hipótese adotada não dá cobertura ao pagamento dos benefícios ocorridos entre o momento 0 (zero) e o momento $t > 0$.

Onde a reserva matemática efetiva é dada por:

$$R_t = N \cdot (13 \cdot B_x) \cdot FC \cdot \ddot{a}_x \quad (19)$$

Em que N é o número de participantes assistidos do plano, $(13 \cdot B_x)$ é o total anual do benefício de cada participante assistido pelo plano no momento $t=0$ (momento base), FC é fator de capacidade do benefício entre dois períodos de reajuste e $\ddot{a}_x$ corresponde ao valor atual de uma renda antecipada pagável enquanto o participante de idade x estiver vivo.

Onde a reserva matemática esperada é dada por:

$$\widehat{R}_t = N \cdot (13 \cdot B_x) \cdot FC \cdot \ddot{a}_{x+t} \cdot {}_tP_{x+t} \quad (20)$$

Sendo,

$${}_tP_{x+t} = \frac{L_{x+t}}{L_x} \quad (21)$$

Em que N é o número de participantes assistidos do plano, $(13 \cdot B_x)$ é o total anual do benefício de cada participante assistido pelo plano no momento $t=0$ (momento base), FC é fator de capacidade do benefício entre dois períodos de reajuste, $\ddot{a}_{x+t}$ corresponde ao valor atual de uma renda antecipada pagável enquanto o participante de idade x estiver vivo no período t e ${}_tP_{x+t}$ a razão de sobrevivência entre o período de x a $x+t$ ou, segundo Carvalho (1994), a probabilidade média das pessoas no grupo x a $x+t$ sobreviver por mais t anos, sendo L_{x+t} o número de anos pessoas vividos entre as idades de x e $x+t$ extraídos da tabela de vida assumida como hipótese de mortalidade do plano de benefícios (neste caso AT-2000).

A metodologia utilizada para avaliação das possíveis realizações de frequências de mortalidade incidindo sobre a massa de participantes do plano hipotético consiste (definição da “tabela de referência” para utilização no estudo de evolução da expectativa de vida) da realização de um experimento estatístico por meio computacional.

Dada uma tabela atuarial a ser testada, foram realizadas 2000 (duas mil) simulações para cada um dos participantes do plano, conforme cadastro de participantes.

Em cada simulação foi realizado, para cada participante, o sorteio de um número aleatório “ x ” a partir de uma distribuição uniforme entre 0 e 1.

Considera-se que o evento “morte” de um participante ocorre quando o valor do respectivo número aleatório “ r ” for menor ou igual à respectiva probabilidade de ocorrência “ q_x ” determinada pela tabela em teste.

A cada simulação é computado o subtotal do número de eventos “morte” para indivíduos de cada idade.

Por esse processo definiu-se uma matriz bidimensional de números inteiros $N(x,s)$, contendo as quantidades de mortes obtidas para indivíduos da idade “ x ” na

simulação “s” com a distribuição de frequência esperada para tais eventos em cada idade.

A matriz de números inteiros, contendo as frequências acumuladas de eventos obtidos até a idade “x”, $NA(x,s)$ é expressa do seguinte modo:

$$\begin{aligned}
 & \text{for } s = 0 \text{ to } 1999 \\
 & \quad \text{for } x = 0 \text{ to } X_{max} \\
 & \quad \quad NA(x, s) = NA(x, s) + N(x, s) \\
 & \quad \text{next } x \\
 & \text{next } s
 \end{aligned} \tag{22}$$

onde, X_{max} é a maior idade existente no cadastro de participantes, x é a idade e s o número da simulação.

Depois disso, foram analisados os resultados simulados com os dados obtidos do plano hipotético (as frequências cumulativas de mortes efetivamente observadas até a idade “x”).

A função de verossimilhança torna possível comparar os resultados obtidos com diferentes tábuas atuariais. Assim, valores da função de verossimilhança podem ser utilizados para classificar a aderência entre as diversas tábuas. A função de verossimilhança escolhida para definir a “tábua de referência” é a soma dos desvios (normalizados) obtidos entre o número de eventos efetivamente observados e o número de eventos previstos, ponderado pelo percentual do número de mortes esperadas no futuro em cada uma das idades.

O cálculo dessa função resulta em um número mais elevado sempre que a mortalidade observada se aproxima do valor previsto pela tábua sob teste.

A função de verossimilhança atribui peso maior às idades nas quais o número projetado de mortes até a extinção da massa é maior. Desse modo, quanto maior o valor da função de verossimilhança, melhor a aderência.

Com base no teste realizado, a tábua com melhor aderência foi a AT-2000. Definida como “Tábua de Referência” para avaliação da mortalidade futura.

Depois de definida a “Tábua de Referência” através do teste de aderência, podemos então estabelecer um ano de referência para a massa de interesse, e utilizarmos os ganhos potenciais a partir desse ano de referência e então aplicarmos os ganhos potenciais com base nesse anos de partida.

Para estimar esse ano de referência para o *improvement* de mortalidade, podemos comparar as mortalidades da “Tábua de Referência” com a mortalidade observada nos dados do estudo (USA 1959 a 2002).

Calculando os desvios entre a “Tábua de Referência” e as mortalidades de 1959, 1960, 1961,....., 2002, a função de verossimilhança definida para encontrar aquele ano que mais se assemelha à “Tábua de Referência” apresenta pesos maiores aos desvios observados nas idades mais representativas da distribuição etária da massa em análise.

Como os ganhos futuros poderão ser realizados mais rapidamente na massa em análise do que na população do estudo, pode-se também utilizar um deslocamento desse ponto de inserção para, por exemplo, 5 anos antes.

Se, por exemplo, a função verossimilhança indica que a “Tábua de Referência” assemelha-se à mortalidade nos EUA do ano de 1995, podemos adotar como ponto de partida as mortalidades de 1985 ou 1990 para gerar os cenários de mortalidade.

Assim, se escolhermos o ano de 1990, então, devemos recalcular os Índices de Mortalidade com base no ano 31 (1990-1959). Assim, o ganho (*improvement*) esperado na mortalidade do nosso cenário deve corresponder ao ganho previsto pelo modelo entre o ano 31 e 32 ($IM_{x,32}^{Modelo} / IM_{x,31}^{Modelo}$).

A cada simulação, a expectativa do Índice de Mortalidade deve ser somada a um erro, obtido a partir das volatilidades e correlações anteriormente expostas, de modo a introduzir uma provisão para a variação desse Índice que não é explicada pelo modelo.

Finalmente, a mortalidade a ser utilizada no cenário será o produto da taxa de mortalidade da “Tábua de Referência” ($q_x, 0$) pelo respectivo Índice de Mortalidade $IM_{x,T}^{Cenário}$.

O efeito desse ajuste de referência pode ser observado no gráfico 17, no qual visualizamos as projeções de evolução futura do *IM* utilizando uma defasagem de 30 anos. Observamos que o decaimento restante é mais lento que os observados no passado.

Ilustração 17 - Valores esperados para os Índices de Mortalidade

Nas figuras 18 e 19, foram comparados os valores dos índices obtidos sem defasagem com os obtidos com o deslocamento de 30 anos. A escala é a mesma.

Ilustração 18 - Projeção da Evolução do Índice de Mortalidade por idade, sem defasagem

Ilustração 19 - Projeção da Evolução do Índice de Mortalidade por idade, com referência deslocada em 30 anos

A atualização periódica das hipóteses de mortalidade é pouco comum nos fundos de pensão brasileiros devido ao alto impacto financeiro nos custos dos benefícios futuros de aposentadorias e pensões. Soma-se a essa dificuldade a forma paritária, nos planos de benefícios patrocinados por sociedades de economia mista e empresas públicas, de custeio e financiamento de prováveis déficits decorrentes da modificação dessa hipótese.

Simulações Correlacionadas: a transformação de Cholesky

Devemos pedir atenção, neste ponto, para o fato de nenhuma das fórmulas anteriores considerar a correlação existente entre as variáveis em questão. De fato, se fossem incluídos estes termos, chegaríamos a fórmulas excessivamente complexas e pouco ilustrativas.

Neste contexto, para considerar o efeito das correlações entre as variáveis (no caso evolução da mortalidade por idade), a alternativa utilizada neste trabalho foi aplicar a transformação de Cholesky às variáveis aleatórias geradas no processo de simulação.

Dispondo da matriz de correlação das variáveis aleatórias que se deseja simular, encontramos a matriz de Cholesky. A transformação se dá pela

multiplicação de um vetor de variáveis aleatórias independentes por esta matriz, de modo que o resultado será um vetor de variáveis aleatórias correlacionadas de acordo com a matriz de correlações original.

A representação da transformação é dada por:

ϵ : Matriz de correlação – vetor erros

$\Sigma: LL^t$, onde L é uma matriz triangular inferior.

$\epsilon': L\epsilon$

Simulação do Passivo Atuarial

A estimativa do passivo do plano (até a extinção do benefício) foi elaborada considerando as seguintes premissas (metodologia apresentada no item anterior):

- I. Tábua de referência: AT-2000.
- II. Fator de capacidade salarial e de benefícios: 100,00 % sobre a reserva obtida.
- III. Para gerarmos cenários de mortalidade futura (*Mortality Improvement*), foi considerada a experiência histórica de evolução da mortalidade nos EUA.
- IV. Dados de mortalidade: 1959 a 2002.
- V. Potencial de redução para cálculo dos valores terminais do Índice de Mortalidade: 33% da observada no período completo.
- VI. Para cálculo dos valores dos Tempos de Meia Vida: minimizar a soma dos quadrados dos desvios para os dados a partir de 1980, por entender que seria importante priorizar o ajuste dos caminhos obtidos pelo modelo com os dados mais recentes.

Com os dados apresentados acima são calculados os desvios (erros de projeção) de cada caminho e os respectivos desvios-padrão (juntamente com as correlações entre os resíduos). A partir desses dados, foram geradas simulações para evolução futura dos Índices de Mortalidade.

A figura 20 mostra os fluxos de caixa que foram calculados a partir da metodologia sugerida.

Ilustração 20 - Fluxos de caixa a partir de metodologia sugerida

O fluxo de caixa é determinado partindo das premissas apresentadas, regulamento do plano e base de participantes. O gráfico 20 representa o valor de benefícios que deve ser pago no ano, descontado do valor das contribuições a serem recebidas no mesmo ano (desembolsos anuais) utilizando a metodologia estocástica. A ideia central da metodologia é tratar os eventos relevantes para determinação do passivo líquido como variáveis cuja evolução temporal foi modelada separadamente. O efeito das variáveis é o que determina o passivo líquido. Modelamos as possíveis evoluções das premissas atuariais (mortalidade de válidos e mortalidade de inválidos) e as utilizamos para gerar diversos fluxos de caixa (benefícios e contribuições) futuros. Todos os eventos que impactam no passivo do plano são binomiais e o processo de simulação irá simular sequencialmente (por sorteio) a ocorrência desses eventos para cada participante e respectivo grupo de dependentes (de acordo com a probabilidade esperada) até que cessem os direitos com relação ao Plano.

O resultado do fluxo de caixa do passivo atuarial para o plano hipotético analisado (simulado) foi apresentado através do gráfico de *Box-Plot*. O *Box-Plot* representa uma ferramenta importantíssima para a análise dos resultados.

O gráfico *Box-Plot* fornece algumas medidas estatísticas importantes como: mediana, 1º quartil, 3º quartil, valor máximo, valor mínimo e média, que auxiliam na interpretação do desempenho de um determinado resultado em um período qualquer.

Os resultados obtidos para as Reservas Matemáticas equivalentes às obrigações atuariais do Plano foram:

Ilustração 21 - Provisão Matemática considerando taxa atuarial de 6% ao ano

O gráfico apresenta o valor presente do passivo líquido referente a parcela dos participantes aposentados e pensionistas. Por exemplo, o valor da Provisão em 2015 consiste no valor presente de todos os desembolsos (dos atuais assistidos) anuais a partir desse ano (de 2015 até o final do fluxo). A taxa real utilizada no procedimento de desconto foi a de 6,00% a.a.

Ilustração 22 - Provisão Matemática considerando ETTJ proposta

O gráfico apresenta o valor presente do passivo líquido referente a parcela dos participantes aposentados e pensionistas. Por exemplo, o valor da Provisão em 2015 consiste no valor presente de todos os desembolsos (dos atuais assistidos) anuais a partir desse ano (de 2015 até o final do fluxo). A taxa real utilizada no procedimento de desconto foi a ETTJ definida no item 4.1.1.5.

Histograma: Provisão (t=1 : 2009)

Ilustração 23 - Provisão Matemática simulada para 2009 – taxa atuarial de 6%

Histograma: Provisão (t=1 : 2009)

Ilustração 24 - Provisão Matemática simulada para 2009 – taxa atuarial = ETTJ proposta

Os valores simulados para Provisão Matemática do ano de 2009 podem ser verificados nas figuras 23 e 24. O histograma representa a distribuição de frequência das 1.000 provisões calculadas (em 2009) através dos fluxos simulados, associada à probabilidade acumulada de ocorrência destes resultados.

Seguindo as observações apresentadas pelo conceito de SBR, os fundos de pensão deverão buscar meios de lidar com a volatilidade dos níveis de fundeamento dos planos de benefício definido. Neste contexto, a tendência para os fundos de pensão é desenvolver um benchmark para o passivo.

O benchmark de passivo é uma representação do valor das obrigações do plano em determinado momento futuro. Trata-se de uma referência que deve ter o máximo de correlação com as alterações no valor presente das obrigações e, para que seja eficaz, é necessário que tanto os passivos quanto os ativos do benchmark sejam expostos aos mesmos níveis de risco (taxa de juros, inflação, mudança nas taxas de mortalidade, etc.). Quando o passivo tradicional é utilizado para definição do benchmark, o resultado poderá acarretar avaliações incompletas e até mesmo equivocadas dos riscos assumidos pelo plano num ambiente em que o passivo é o elemento principal.

Ao adotarem um benchmark para o passivo, os fundos reduzirão volatilidade em seus níveis de solvência e liquidez, neste contexto, o passivo gerado pela

metodologia proposta nesta seção garantirá maior confiabilidade ao resultado do benchmark, como será demonstrado nas simulações de carteira estratégica (benchmark) no próximo capítulo.

5 SIMULANDO O COMPORTAMENTO DE ATIVOS EM FUNÇÃO DO PASSIVO

Os fundos de pensão (ou Entidades Fechadas de Previdência Complementar - EFPC) necessitam produzir retornos adequados às expectativas atuariais dos planos de benefícios e pagar diferentes tipos de benefícios no longo prazo.

Considerando a natureza de seus ativos, os passivos de longo prazo e a alta complexidade envolvida no equilíbrio entre os ativos e os passivos previdenciários do fundo de pensão, o gerenciamento de sua saúde financeira busca abordagens mais robustas que aquelas baseadas em médias e variâncias. Nesse sentido, o ALM (*Asset and Liability Management*) pode prover algumas vantagens.

A intenção deste capítulo é apresentar um modelo de *Cash Flow Matching* para os fluxos de caixa definidos a partir das avaliações e metodologias definidas no capítulo 4 (metodologia determinística e estocástica).

A gestão dos ativos e passivos no fundo de pensão difere das gestões realizadas em organizações financeiras. O fundo de pensão é uma instituição não financeira e com natureza não especulativa.

Além das regras e acordos dos planos de benefícios aos quais está contratualmente obrigado, o fundo de pensão está sujeito à influência de aspectos externos expressos em variáveis macroeconômicas relacionadas ao contexto político, econômico e social e às influências das variáveis biométricas e atuariais do universo de participantes do plano.

Encontrar um modelo adequado para tratamento das incertezas levantadas (conforme cada característica específica) é fator decisivo para o bom funcionamento de um fundo de pensão. A metodologia de *Asset and Liability Management* (ALM) possui raízes na teoria de diversificação do portfólio e nas ciências atuariais.

Ao considerar incerteza, diversos modelos para estimar o desempenho dos ativos são utilizados baseados nas teorias que exploraram a relação risco x retorno como Markowitz (1952), o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), a *Asset Pricing Theory*, o *Value-at-risk* ($v@r$) e em técnicas como teste de stress, simulação de Monte Carlo, entre outras. As práticas para gerenciamento de informações sobre riscos e manutenção da solvência do fundo de pensão são influenciadas pela

modalidade do plano de benefícios, como expresso por Ribeiro Filho, De la Rocque e Barcellos (2002): “[...] contemplando a formação de um passivo atuarial, com compromissos futuros antecipadamente assumidos, o plano de benefício definido implica a possibilidade de desequilíbrio entre ativo e passivo”.

O ALM tem sido considerado como o modelo que melhor representa o equilíbrio entre ativos e passivos previdenciários no longo prazo. É capaz de representar o fluxo de caixa, apoiar a estruturação de planos de ação e de contingência e possibilitar a representação das interações entre variáveis em projeções de cenários de longo prazo. É considerado um modelo de fatores que requer “[...] mais tempo, mais recursos e muita informação para ser desenvolvido e exige dados mais detalhados sobre eventos e fatores de risco específicos que possam afetar os ativos e os passivos da organização” (MARSHALL, 2002, p. 81). Dessa forma, é a melhor maneira de estimar o benchmark do passivo.

Para planos da modalidade “BD”, a maior rentabilidade não representa maiores reservas individuais e sim reservas do fundo para os planos de benefício definido. Aqui, maior rentabilidade líquida representa maior probabilidade de alcance da meta atuarial e formação da reserva de contingência e fundos. A determinação do nível de benefício independe da rentabilidade do plano. A rentabilidade dos ativos acima da meta atuarial representa a geração ou aumento de superávits ou redução de déficits, mantidos os demais fatores geradores de distorções para os cálculos do passivo constantes.

Em “*A decision support system for asset and liability management*”, G.P. Moynihan et al. (2002) discutem o desenvolvimento de um sistema de suporte a decisões para o gerenciamento do ativo e passivo em instituições financeiras. O sistema utiliza dados históricos para desenvolver os algoritmos que podem projetar a quantidade de ativos e passivos. A simulação de modelos é utilizada para identificar o crescimento e o problema das taxas primárias de interesse, bem como para projetar taxas de risco para ciclos de interesse futuros.

R. Josa-Fombellida, em *Optimal risk Management in defined benefit stochastic pension funds* (2004), considera um plano de benefício definido um modelo dinâmico contínuo no tempo num fundo de pensão. Os benefícios ocorrem ao acaso, dados por um processo geométrico *Browniano*. Três diferentes situações são estudadas recuperando as decisões de investimento tomadas por empregados: a primeira, o fundo é investido constantemente, taxa de interesse com risco livre; na

segunda, o promotor investe em um portfólio com n riscos nos ativos e seguramente livre de riscos; finalmente, é suposto que a taxa de retorno é estocástica.

Um grave problema enfrentado pelos gestores dos fundos de pensão que operam planos do tipo “BD” (Benefício Definido) é a impossibilidade de se prever o comportamento do mercado financeiro e das hipóteses biométricas a médio e longo prazo. É comum o aparecimento dos indesejáveis déficits que acarretam, via de regra, a necessidade de obtenção de recursos, vindos das patrocinadoras e participantes, para que se possa honrar os benefícios ajustados no momento da contratação do plano.

Em *Bank asset and liability management under uncertainty*, publicado no *European Journal of Operational Research* em 1997, Cemal Berk Oguzsoy e Sibel Güven apresentam um modelo estocástico linear simples para o gerenciamento de ativos e passivos em entidades financeiras. O modelo determina o portfólio de ativos e passivos dentro de um horizonte de planejamento, dado um conjunto de taxas determinísticas de retorno nos investimentos e custos de negociações e um conjunto de níveis de depósitos de resultados aleatórios, liquidações e total de reservas requeridas para uma dada distribuição de probabilidade discreta. A intenção é desenvolver uma ferramenta de otimização que assegure a rentabilidade contínua e um bom gerenciamento dos riscos.

O modelo apresentado neste estudo para definição do benchmark passivo (solução dos riscos de liquidez e solvência) do plano hipotético é definido com base no modelo de *Cash Flow Matching*, que consiste em construir uma carteira de ativos de renda fixa cujos fluxos de caixa se igualem aos pagamentos projetados para o passivo.

Diferentemente dos modelos denominados de imunização (DAHL; MEERAUS; ZENIOS, 1993), nos quais as carteiras dos ativos possuem a mesma sensibilidade às taxas de juros que o passivo (o que atualmente para o mercado brasileiro não ocorre), o modelo de *Cash Flow Matching* pode ser utilizado (também) para uma análise onde o fluxo de caixa do passivo do plano trabalha sempre com a mesma taxa de juros (independentemente da dinâmica da taxa de juros de mercado, a taxa de juros para trazer a valor presente os fluxos de caixa futuro do passivo são constantes e, pela legislação, pode ser definida no máximo em 6% real ao ano).

O objetivo do modelo utilizado neste estudo é gerar a carteira de menor preço de mercado cujos ativos financeiros, através de suas rentabilidades, forneçam fluxo

de caixa suficiente ao longo do tempo para o pagamento das obrigações do plano em fase de pagamento.

5.1 Modelo de *Duration*

A preocupação das instituições financeiras e de acadêmicos em criar instrumentos que pudessem auxiliar na gestão de riscos de flutuação das taxas de juros conduziu ao desenvolvimento de diversas ferramentas.

A *Maturity* ou Maturidade é definida como o prazo para o vencimento de uma operação, independente do pagamento de juros ou de amortizações intermediárias. A *Duration* ou Duração (BIERWAG; KAUFMAN; TOEVS, 1983) é definida como o prazo médio das operações ponderado pelos fluxos de caixa. Enquanto a *maturity* considera apenas o prazo para o vencimento do principal, a *duration* leva em conta, além do principal, os pagamentos intermediários de juros e amortizações. A *duration* fornece uma medida aproximada da sensibilidade do valor de instrumentos de renda fixa em função da variação da taxa de juros.

Em um título do *tipo zero coupon bond*, essa sensibilidade é dada pelo prazo de maturidade do título. No caso de títulos do tipo *coupon paying bond*, a *duration* é determinada pela média ponderada dos prazos dos fluxos de caixa futuros, sendo a ponderação dada pela relação entre o valor presente do fluxo e o valor presente total do título (inferior, portanto, ao prazo de maturação do título):

$$DURATION = \frac{\frac{t C(t)}{\Sigma(1+i)^t}}{P_0} \quad (23)$$

em que: $C(t)$ = pagamento no período t ; i = taxa de juros; P_0 = valor presente do título e t = prazo.

A *duration*, sendo uma medida de elasticidade do valor presente do título de renda fixa, é muito utilizada em estratégias de hedge, em que o administrador deseja eliminar o risco causado pela incerteza quanto às flutuações futuras nas taxas de juros. A proteção contra tais flutuações é feita por meio da teoria da imunização, que

consiste em igualar a *duration* do ativo à do passivo de modo que as oscilações nos valores presentes sejam perfeitamente compensadas.

Evidentemente, para que essa compensação seja perfeita, é necessário que se faça o balanceamento entre a *duration* e o valor do ativo e a *duration* e o valor do passivo, ou seja:

$$PV_{ATIVO} \cdot DURATION_{ATIVO} = PV_{PASSIVO} \cdot DURATION_{PASSIVO} \quad (24)$$

Por ser desenvolvido, a partir da derivada da curva entre valor presente e taxa de juros, o conceito de *duration* como sensibilidade do valor presente somente é válido para pequenas alterações nos juros. A convexidade da curva impõe ao modelo erros de previsão quando as alterações são significativas. Para contornar esse problema, muitos analistas introduzem na equação 24 uma variável adicional para tentar captar o efeito da convexidade.

Entender a convexidade da curva “*PV x Taxa de juros*” é importante para estimar não apenas os efeitos de variações não-infinitesimais na taxa de juros, mas também os efeitos causados em uma estratégia de hedge quando a convexidade da curva do ativo for diferente da convexidade da curva do passivo.

Outra limitação do modelo da *duration* está relacionada com a pressuposição de que os deslocamentos na *yield curve* são paralelos, ou seja, que as alterações são idênticas para toda a estrutura a termo das taxas de juros. Se as alterações nas taxas de juros não forem as mesmas para toda a *yield curve*, a variação do valor presente de um título será diferente da determinada pela sua *duration*. Isso porque os fluxos futuros que compõem esse título serão afetados de maneira diversa.

A metodologia apresenta alguns problemas quando utilizada para definir uma carteira de um Fundo de Pensão com a característica de Benefício Definido:

- I. Só funciona quando os ativos e passivos são avaliados pela mesma curva.
- II. Além disso, presume-se que os movimentos da ETTJ sejam sempre paralelos, independentemente dos prazos.
- III. Nenhuma dessas hipóteses é forte o suficiente para que se possa confiar nesse método para fazer o hedge de passivos atuariais de carteiras vida e/ou previdência, quando sabemos que:

- O passivo é calculado como “*acrua*l”²⁰ e o ativo a mercado. Juros em alta depreciam a carteira e não afetam o passivo, reduzindo o superávit. Neste caso, o ativo com *duration* menor que o passivo produz resultados melhores com a alta da taxa de juros.
- Juros em queda valorizam o ativo, mas não afetam o passivo. O ativo mais longo produziria resultados melhores, porém há de ser considerado o risco e a liquidez.

5.2 Modelo de *Cash Flow Matching*

Para tratar do risco de descasamento entre ativos e passivos do plano hipotético, definiu-se um modelo capaz de construir uma carteira de ativos cujos fluxos de caixa se igualem aos pagamentos projetados para o passivo.

O objetivo do modelo é gerar a carteira de menor preço de mercado cujos ativos financeiros, através de suas rentabilidades, forneçam fluxo de caixa suficiente ao longo do tempo para o pagamento das obrigações do plano de “BD” (Benefício Definido) em fase de pagamento.

Suponha que as seguintes informações são disponibilizadas:

- I. Fluxo de caixa do Passivo Atuarial: são fornecidos T_p valores futuros P^t , $t = 1..T_p$ (onde os t 's representam as datas de pagamento dos benefícios), do fluxo de caixa do passivo atuarial da fundação;
- II. “ N ” títulos representados pelo fluxo em valores futuros com pagamentos $v_n^{t_n}$, onde $n = 1..N$ representa um título e $t_n = 1..T_n$ representa uma data de pagamento de cupom/amortização do título (note que T_n é representado com um índice pois depende do título, já que cada título pode ter uma data de vencimento diferente);
- III. “ N ” valores presentes dos títulos mencionados, representados por U_n ;

²⁰ *Acrua*l – A taxa utilizada para calcular o valor presente dos fluxos de caixa é constante. O mesmo conceito é utilizado para ativos financeiros quando precificação do ativo é feita pela curva de juros contratual. A legislação atual limita a taxa para cálculo do valor presente dos fluxos de caixa do passivo atuarial (provisão matemática) em no máximo 6% real ao ano.

IV. Taxa de reaplicação “ R ” a.a. que é utilizada para correção dos pagamentos e recebimentos efetuados (pode ser constante ou variável ao longo do tempo).

Queremos encontrar qual o investimento que devemos realizar em cada título de forma que o valor em estoque (considerando-se pagamento de cupons/amortização e reaplicação) seja suficiente para garantir o pagamento do fluxo de caixa do passivo atuarial.

Vamos definir as seguintes variáveis auxiliares:

- $T = \max(T_p, T_1, T_2, \dots, T_n)$
- $\tau_n^t = \begin{cases} v_n^t, & \text{se } t \leq T_n \\ 0, & \text{c.c.} \end{cases}$
- $\rho^t = \begin{cases} P^t, & \text{se } t \leq T_p \\ 0, & \text{c.c.} \end{cases}$

As variáveis anteriores referem-se aos valores pagos ou recebidos pela entidade em cada semestre do período considerado.

Suponha, agora, que a carteira da entidade possui quantidades q_n dos títulos. Com isso, o custo para aquisição da carteira é dado por

$$\sum_{i=1}^N q_i U_i \quad (25)$$

Interessa-nos, agora, como o estoque da entidade vai se comportando conforme vão passando os semestres. No primeiro semestre, os primeiros pagamentos de cupom dos títulos e a primeira obrigação do passivo são considerados no estoque:

$$\sum_{i=1}^N q_i \tau_i^1 - \rho^1 \quad (26)$$

No segundo semestre, o valor em estoque do semestre anterior é corrigido pela taxa de reaplicação. A diferença entre os pagamentos de cupom e a obrigação a ser paga no semestre também é considerada:

$$\left(\sum_{i=1}^N q_i \tau_i^1 - \rho^1 \right) (1 + R) + \sum_{i=1}^N q_i \tau_i^2 - \rho^2 \quad (27)$$

Seguindo esse raciocínio, podemos expressar a situação do estoque da carteira da entidade em um semestre “t” através da expressão:

$$\sum_{j=1}^t \left(\sum_{i=1}^N q_i \tau_i^j - \rho^j \right) (1 + R)^{(t-j)} \quad (28)$$

Uma restrição que iremos impor é que, ao final dos “T” semestres, o valor do estoque da carteira da entidade seja igual a zero (ou maior, dependendo da simulação), o que significa que a alocação $(q_1, q_2, \dots, q_n)$ foi suficiente para garantir o pagamento do passivo atuarial ao longo do tempo considerado.

$$\sum_{j=1}^T \left(\sum_{i=1}^N q_i \tau_i^j - \rho^j \right) (1 + R)^{(T-j)} = 0 \quad (29)$$

Nosso problema é descobrir qual a alocação $(q_1, q_2, \dots, q_n)$ que minimiza o valor do custo de aquisição de carteira. Matematicamente, o problema pode ser colocado da seguinte forma:

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^N q_i U_i$$

Sujeito a:

$$q_i \geq 0, \quad i = 1..N$$

$$\sum_{j=1}^T \left(\sum_{i=1}^N q_i \tau_i^j - \rho^j \right) (1+R)^{(T-j)} = 0 \quad (30)$$

Na implementação, foram inseridas restrições não só ao semestre “T”, mas também a todos os semestres desde o primeiro. Isso possibilita ao modelo pedir que o estoque nunca seja negativo ao longo do tempo, por exemplo. Ou que em um determinado semestre ele tenha um superávit considerável.

Assim, o problema mais geral torna-se:

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^N q_i U_i$$

Sujeito a:

$$q_i \geq 0, \quad i = 1..N$$

$$m^t \leq \sum_{j=1}^T \left(\sum_{i=1}^N q_i \tau_i^j - \rho^j \right) (1+R)^{(T-j)} \leq M^t, \quad t < T$$

$$\sum_{j=1}^T \left(\sum_{i=1}^N q_i \tau_i^j - \rho^j \right) (1+R)^{(T-j)} = 0 \quad (31)$$

Onde m^t e M^t são fornecidos pelo usuário do modelo.

A escolha da metodologia *Cash Flow Matching*, além de possibilitar uma análise em que os ativos e passivos poderão ser avaliados pela mesma curva, possibilita que o passivo trabalhe com uma taxa constante de juros, independentemente da taxa de juros de mercado. Outras características que influenciaram na escolha do modelo:

- I. Considera o custo da carteira, fazendo as arbitragens necessárias entre os diversos títulos, prazos e indexadores, considerando a quantificação dos riscos de descasamento.
- II. Minimiza o risco de liquidez, levando ao reinvestimento mínimo.

5.3 Definição do benchmark passivo a partir do modelo de *Cash Flow Matching*

Os primeiros modelos de macroalocação de ativos (*Asset Liability Management* – ALM) surgiram na década de 1970 e foram desenvolvidos para gerenciar o risco em termos de “entradas” e “saídas” e seus “descasamentos”. Posteriormente, tais modelos começaram a considerar também as características desses fluxos de caixa, principalmente os riscos de taxa de juros.

A decisão de macroalocação (ou seja, aquela relacionada com a alocação de longo prazo) é considerada como uma das decisões mais importantes na gestão do processo de investimento de uma Entidade. Estudos empíricos indicam que grande parte do retorno e do risco de um portfólio podem ser atribuídos à decisão de alocação de longo prazo, isto é, à escolha das classes de ativos elegíveis e as proporções de recursos a serem destinadas a estas classes. Embora gestores com talento para selecionar ações ou títulos específicos possam adicionar um certo valor à performance da carteira, a principal fonte de retorno e risco do investimento é a macroalocação. Portanto, dada a importância da decisão de macroalocação, dependendo do tipo de plano de benefícios da Entidade, um Estudo dos ativos e passivos dela é a base para se determinar o impacto de perturbações financeiras e econômicas nas carteiras do seu plano de benefícios, não apenas no longo prazo como também no curto prazo.

Ao adotarem um benchmark para o passivo, os fundos reduzirão volatilidade em seus níveis de solvência, o que não significa que deixarão de investir em ativos com maior volatilidade (exemplo: renda variável – ações). O resultado será a assunção dos riscos que valham a pena na relação ativos e passivos. Adotar o passivo como principal referência para definição dos investimentos. A redução da volatilidade na solvência dos fundos de pensão normalmente começa pela renda fixa. Porém, como a *duration* da maioria dos planos é mais longa que a *duration* do benchmark de retorno absoluto, ocorre um desalinhamento entre ativos e passivos que pode fazer com que o patrocinador acabe tomando riscos descompensados.

A definição do benchmark passivo para o plano hipotético analisado foi utilizada por refletir fielmente as obrigações atuariais. Cada plano possui um fluxo de

pagamentos projetados. Por isso, somente um benchmark específico pode evitar que decisões de investimento sejam baseadas em resultados ilusórios ou confusos.

Outro ponto bastante importante para utilização do benchmark passivo é a capacidade dos patrocinadores de monitorar o retorno e a volatilidade dos ativos e passivos do plano com certa frequência.

Nos EUA, os fundos de pensão utilizam as mudanças na curva de taxa de juros spot do tesouro americano e/ou o índice de passivos previdenciários do Citigroup para estimar oscilações nos níveis das obrigações dos planos. O propósito do benchmark de passivos é calcular precisamente o nível das obrigações do plano num determinado momento. A ETTJ definida no item 4.1.1.5 é apropriada para ajudar no cálculo dos passivos tanto para fins contábeis quanto de fundeamento.

O fundo de pensão para o qual foi aplicado o modelo consiste em um plano benefício definido com todos os participantes já aposentados. Atualmente, portanto, não há entrada de novos participantes, tratando-se então de uma massa fechada, o que contribui para a estabilidade das projeções atuariais. O benefício dos participantes é ajustado anualmente pela taxa de inflação medida pelo IPCA. Esse fator de risco é fundamental para se definirem os riscos de correlação com os ativos elegíveis.

As estimativas do passivo do plano (até a extinção do benefício) foram elaboradas e apresentadas no capítulo 4 deste estudo.

O outro dado necessário para a otimização são os ativos elegíveis com as respectivas taxas para compra. No resultado simulado, os ativos elegíveis foram os títulos públicos indexados ao IPCA (moeda de correção dos benefícios do plano) e, para resolver o problema de liquidez no curtíssimo prazo, foi definido que a Fundação poderá alocar um percentual de seus investimentos em ativos que paguem perfeitamente os compromissos assumidos nos primeiros anos. Definimos este ativo como “Caixa”. Consideramos também duas hipóteses para o retorno do ativo “Caixa”:

- I. Hipótese I: O ativo “Caixa” renderá taxa real fixa de 5% ao ano.
- II. Hipótese II: O ativo “Caixa” renderá o cenário definido na tabela 5 para taxa Selic (curva definida com base no relatório Focus do Banco Central).

Tabela 5 - Cenário de taxa Selic definido com base no relatório Focus

Cenário Econômico		
Taxa real (% ao ano) em relação ao IPCA		
Ano	IPCA	SELIC
2009	4,26	6,01
2010	4,50	5,74
2011	4,50	5,26
2012	4,50	4,50

A partir de 2012 o cenário será o mesmo.

O caixa terá como objetivo evitar que o fluxo sugerido seja negativo, mesmo nos períodos que não tenham vencimentos dos ativos elegíveis (neste caso foram utilizadas as Notas do Tesouro Nacional – série B - NTN-B – papel indexado ao IPCA que paga juros semestralmente).

5.3.1 Coleta de dados

Os ativos elegíveis utilizados nas simulações foram os títulos públicos que são corrigidos por algum índice de inflação (considerando que o fluxo do passivo é corrigido por índice de inflação), ex: títulos públicos tais como: NTN-C e NTN-B que são papéis indexados em Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) e IPC-A.

Precisamos ainda definir a rentabilidade esperada para cada uma das alternativas definidas anteriormente (taxas médias ou mínimas pagas por tais papéis).

As taxas utilizadas para a projeção dos títulos foram as de mercado, conforme dados da Associação Nacional das Instituições do Mercado Financeiro - Andima (02/01/2009) e estão reproduzidas na tabela 6.

Tabela 6 - Taxas Andima

Papel IPCA	NTN-B - Taxa (% a.a.)/252	
Vencimentos	Expectativa	PU
15-mai-09	7,531	1795,873
15-nov-09	7,941	1777,181
15-ago-10	7,862	1783,586
15-mai-11	7,973	1733,750
15-ago-12	7,916	1728,777
15-mai-13	8,157	1671,701
15-nov-13	8,178	1655,617
15-mai-15	8,184	1620,906
15-mai-17	8,180	1580,601
15-mar-23	7,510	1597,693
15-ago-24	7,410	1608,559
15-nov-33	7,391	1533,045
15-mai-35	7,375	1530,469
15-mai-45	7,345	1510,611

Os títulos considerados elegíveis para aquisição apresentam valor indexado a índices de inflação, de modo a preservar o seu poder de compra ao longo do tempo. Como o passivo do plano também é indexado em inflação, essa característica de indexação é fundamental para evitar o risco de perdas decorrentes do descasamento entre indexadores do ativo e do passivo.

5.3.2 Resultados

5.3.2.1 Benchmark Passivo calculado para o fluxo de caixa do passivo projetado por metodologia tradicional

Como entradas para o modelo, utilizamos os fluxos do Passivo Atuarial definidos pela metodologia tradicional apresentada no item 4.1.2.2, os títulos definidos como elegíveis e as seguintes hipóteses:

- I. Hipótese I: O ativo “Caixa” renderá taxa real fixa de 5% ao ano.
- II. Hipótese II: O ativo “Caixa” renderá o cenário definido para taxa Selic (curva definida com base no relatório Focus do Banco Central).
- III. Uma vez vencidos, os títulos são considerados, daí em diante, como “Caixa”.

IV. Como restrição imposta ao modelo, para todos os semestres desde o primeiro, foi definido que o estoque nunca deverá ser negativo.

A saída do modelo é uma alocação em títulos públicos federais (IPCA) que faça a proteção dos fluxos de caixa do Passivo Atuarial do plano com o menor custo inicial possível.

- Hipótese I: O ativo “Caixa” com taxa real de retorno fixa de 5% ao ano.

A composição utilizada para proteção de 100% do fluxo de caixa do Passivo Atuarial do plano está demonstrada na tabela 7.

Tabela 7 - Composição sugerida pelo modelo de *Cash Flow Matching* para proteção de 100% do fluxo de caixa do Passivo Atuarial

Ativo	Vencimento	Indexador	Financeiro Sugerido
Caixa		SELIC	17.052.886,07
NTNB	15-mai-09	IPCA	7.467.738,36
NTNB	15-ago-10	IPCA	1.742.145,49
NTNB	15-mai-11	IPCA	12.128.873,67
NTNB	15-nov-13	IPCA	6.496.786,67
NTNB	15-mai-15	IPCA	46.507.190,17
NTNB	15-ago-24	IPCA	37.789.754,47
NTNB	15-mai-35	IPCA	15.454.529,55
NTNB	15-mai-45	IPCA	3.855.210,24
Total			148.495.114,69

A carteira sugerida define o investimento de R\$ 148.495.114,69 contra um Passivo Atuarial (fluxo de caixa do Passivo Atuarial, trazido a valor presente a uma taxa de 6% ao ano) de R\$ 164.294.391,37.

Ilustração 25 - Fluxo de liquidez projetada

O fluxo de liquidez projetada é o fluxo composto de: (+) cupons e principais dos “Títulos”; (-) fluxo de benefícios; (+) rentabilidade real de 5% ao ano sobre o caixa positivo (o gráfico 25 demonstra que a restrição imposta ao modelo foi respeitada).

- Hipótese II: O ativo “Caixa” com taxa real de retorno conforme o cenário definido para taxa Selic (curva definida com base no relatório Focus do Banco Central).

A composição utilizada para proteção de 100% do Passivo Atuarial do plano está demonstrada na tabela 8.

Tabela 8 - Composição sugerida pelo modelo de *Cash Flow Matching* para proteção de 100% do fluxo de caixa do Passivo Atuarial

Ativo	Vencimento	Indexador	Financeiro Sugerido
Caixa		SELIC	13.340.601,53
NTNB	15-mai-09	IPCA	0,00
NTNB	15-ago-10	IPCA	4.291.432,52
NTNB	15-mai-11	IPCA	8.880.891,91
NTNB	15-nov-13	IPCA	8.952.530,08
NTNB	15-mai-15	IPCA	37.032.779,20
NTNB	15-ago-24	IPCA	31.326.140,36
NTNB	15-mai-35	IPCA	49.680.715,88
NTNB	15-mai-45	IPCA	3.871.991,97
Total			157.377.083,44

A carteira sugerida define o investimento de R\$ 157.377.083,44 contra um Passivo Atuarial (fluxo de caixa do Passivo Atuarial, trazido a valor presente a uma taxa de 6% ao ano) de R\$ 164.294.391,37.

Ilustração 26 - Fluxo de liquidez projetada

Os resultados dos investimentos não são determinísticos, posto que dependem de variáveis de mercado (taxas, preços, índices, etc.) e de eventos de risco (crédito), há portanto a necessidade de se avaliarem esses riscos para se ter uma ideia mais fundamentada sobre as reais condições de equilíbrio e solvência de um plano de previdência.

Nos últimos anos, assistimos a uma melhora significativa nos indicadores econômicos brasileiros. Essa melhora veio acompanhada de uma forte redução nas taxas de juros reais, o que tem implicações diretas para as EFPC.

Como no Brasil as expectativas da evolução das taxas básicas de juros miram o mínimo histórico e as perspectivas para a economia apontam uma tendência de estabilidade e crescimento sustentável, espera-se que os planos de previdência passem a olhar o risco de reinvestimento com mais cuidado. O valor sugerido para proteção de 100% do Passivo Atuarial é maior na Hipótese II, pois considera o risco

de reinvestimento dos ativos (uma vez vencidos, os títulos são considerados, daí em diante, como “Caixa”).

5.3.2.2 Benchmark Passivo calculado para o fluxo de caixa do passivo projetado por metodologia sugerida

Como entradas para o modelo, utilizamos os fluxos do Passivo Atuarial definidos pela metodologia apresentada no item 4.1.2.3, os títulos definidos como elegíveis e as seguintes hipóteses:

- I. Hipótese I: O ativo “Caixa” renderá taxa real fixa de 5% ao ano.
 - II. Hipótese II: O ativo “Caixa” renderá o cenário definido para taxa Selic (curva definida com base no relatório Focus do Banco Central).
 - III. Uma vez vencidos, os títulos são considerados, daí em diante, como “Caixa”.
 - IV. Como restrição imposta ao modelo, para todos os semestres desde o primeiro, foi definido que o estoque nunca deverá ser negativo.
- Hipótese I: O ativo “Caixa” com taxa real de retorno fixa de 5% ao ano.

Os valores obtidos para os passivos foram utilizados no processo de otimização da carteira. A otimização foi realizada de forma a contemplar todas as possíveis realizações do fluxo de caixa atuarial do plano analisado.

As composições utilizadas para proteção de 100% do Passivo Atuarial (para diferentes cenários de passivo) do plano estão demonstradas na figura 27.

Ilustração 27 - Resultado da carteira sugerida para cada cenário de fluxo do Passivo Atuarial

A figura 27 apresenta o resultado da carteira sugerida para os diferentes cenários de passivo simulado.

A partir da figura 27 é possível verificar que a carteira de ativos com um financeiro atual de aproximadamente R\$ 151 milhões consegue garantir o pagamento de 90% dos cenários de fluxos simulados (respeitando a definição da alocação nos diferentes vencimentos – conforme sugestão do modelo):

Tabela 9 - Composição sugerida pelo modelo de *Cash Flow Matching* para cobertura de 90% dos cenários dos fluxos de caixa do Passivo Atuarial

Ativo	Vencimento	Indexador	Financeiro Sugerido
Caixa		SELIC	14.216.862,78
NTNB	15-mai-09	IPCA	0,00
NTNB	15-ago-10	IPCA	4.825.303,21
NTNB	15-mai-11	IPCA	9.584.514,91
NTNB	15-nov-13	IPCA	9.590.947,55
NTNB	15-mai-15	IPCA	42.290.905,15
NTNB	15-ago-24	IPCA	41.407.113,61
NTNB	15-mai-35	IPCA	29.204.411,02
NTNB	15-mai-45	IPCA	0,00
Total			151.120.058,22

- Hipótese II: O ativo “Caixa” com taxa real de retorno conforme o cenário definido para taxa Selic (curva definida com base no relatório Focus do Banco Central).

As composições utilizadas para proteção de 100% do Passivo Atuarial (para diferentes cenários de passivo) do plano estão demonstradas na figura 28:

Ilustração 28 - Resultado da carteira sugerida para cada cenário de fluxo do Passivo Atuarial

A figura 28 apresenta o resultado da carteira sugerida para os diferentes cenários de passivo simulado.

A partir da figura 28 é possível verificar que a carteira de ativos com um financeiro atual de aproximadamente R\$ 160 milhões consegue garantir o pagamento de 90% dos cenários de fluxos simulados (respeitando a definição da alocação nos diferentes vencimentos – conforme sugestão do modelo):

Tabela 10 - Composição sugerida pelo modelo de *Cash Flow Matching* para cobertura de 90% dos cenários dos fluxos de caixa do Passivo Atuarial

Ativo	Vencimento	Indexador	Financeiro Sugerido
Caixa		SELIC	15.053.225,47
NTNB	15-mai-09	IPCA	0,00
NTNB	15-ago-10	IPCA	5.109.170,58
NTNB	15-mai-11	IPCA	10.148.361,57
NTNB	15-nov-13	IPCA	10.155.172,64
NTNB	15-mai-15	IPCA	44.778.833,44
NTNB	15-ago-24	IPCA	43.843.049,40
NTNB	15-mai-35	IPCA	30.922.474,99
NTNB	15-mai-45	IPCA	0,00
Total			160.010.288,10

5.4 Análise dos Resultados

No modelo desenvolvido, a variável chamada taxa de reaplicação é definida, ou seja, podemos arbitrar quais são as taxas que serão praticadas caso em uma data futura haja vencimento de determinado título (ou pagamento de determinado juro ou amortização) e que tal valor tenha que ser reinvestido. A simulação realizada considerou duas hipóteses para a taxa de reaplicação (taxa real fixa de 5% ao ano e taxa Selic conforme cenário Focus).

No Brasil não existe uma regra única em relação ao pagamento de juros ou amortização de um papel. Sendo assim, necessitamos de muita flexibilidade para podermos tratar com exatidão os fluxos dos papéis existentes no Mercado. No modelo utilizado cada fluxo pode ser tratado independentemente e assim o título é tratado com perfeição.

É possível inferir através do exemplo simulado que a carteira sugerida apresenta um ganho de aproximadamente R\$ 17 milhões (diferença entre o total de Provisão Matemática calculada a partir do fluxo de caixa por metodologia determinística ou a Provisão Matemática calculada utilizando o percentil 0.5 dos fluxos simulados a partir da metodologia sugerida e o investimento total da carteira sugerida). O risco de indexador neste exemplo não ocorre, pois o fluxo de caixa do passivo e os ativos possuem o IPCA como indexador.

Para avaliarmos os resultados apresentados e definirmos conclusões quanto à projeção de liquidez, precisamos abordar alguns pontos importantes quando utilizamos modelos determinísticos para avaliação de passivo e ativo. A metodologia tradicional de cálculo do fluxo de caixa do Passivo Atuarial busca encontrar o valor esperado das receitas e despesas do plano. As metodologias de ALM têm como objetivo identificar a melhor alocação estratégica de ativos para que a Entidade tenha máxima segurança no pagamento dessas obrigações, ao utilizarmos o fluxo esperado de obrigações, obtido de forma determinística, dispomos apenas um valor, e esse valor (neste caso) é o fluxo de caixa esperado pelo cálculo atuarial.

Essa é uma estimativa pontual do valor esperado, nada se podendo inferir quanto à sua incerteza (variabilidade). Assim, somente com o decorrer do tempo, quando da realização do fluxo de caixa, descobriremos então o valor verdadeiro da despesa atuarial. Esse valor deverá ser próximo ao estimado, porém será diferente

dele. Se o fluxo realizado de obrigações for superior ao estimado, então, corre-se o risco de liquidez, ou seja, pode ser necessário vender ativos antes do vencimento para formação de caixa. Essa venda precoce de ativos poderá resultar na realização de perdas.

O modelo pode ser aperfeiçoado na direção de uma correção no fluxo de caixa. O estudo estocástico do fluxo de caixa do passivo (modelo proposto no item 4.1.2.3) resulta em distribuições de fluxos de caixa, que permitem que a carteira otimizada pelo modelo possa contemplar liquidez na totalidade ou em grande percentual desses cenários possíveis de despesas atuariais. Assim, o uso de passivo determinístico em modelos de ALM impede o dimensionamento técnico da liquidez necessária, podendo resultar em perdas por subdimensionamento ou em custo de oportunidade por deixar excessivamente líquida a carteira.

Os processos que são objetos de estudo da ciência atuarial apresentam riscos inerentes às suas naturezas, e os métodos e sistemas não passam de modelos estilizados desses processos. Esses modelos podem ser mais ou menos adequados.

Além do risco de o modelo ser inadequado, existe o risco dos parâmetros utilizados pelo modelo.

Os modelos tradicionais, determinísticos, não avaliam riscos objetivamente e usam premissas que sabemos não serem mais adequadas, como, por exemplo, considerar a mortalidade como um processo estacionário, que depende hoje e sempre dependerá apenas de dois fatores, idade e sexo, de forma estática, determinística.

Para continuar usando esses modelos, ajustam-se os fatores e utiliza-se uma tábua atuarial que não reflete a mortalidade incorrida, o que é uma confissão velada de que o modelo não funciona.

Na prática, manipulam-se os parâmetros do modelo visando obter resultados mais conservadores, para prover uma margem implícita para o risco do próprio modelo.

A taxa de desconto também é utilizada com a mesma finalidade no cálculo das reservas: prover uma margem de conservadorismo. Isso é feito sem que outras considerações sejam levadas em conta. Quanto há de conservadorismo implícito? É suficiente? É justo com os diversos planos e massas? Há testes para suportar esses ajustes?

O conservadorismo tem custos para os participantes e patrocinadoras e em excesso pode até inviabilizar o sistema.

Como o fluxo de caixa futuro não é determinístico, posto que depende de eventos de risco, então o seu valor presente também não o é.

Assim, para se estabelecer o montante de reservas com certo nível de confiança (por exemplo: 95%) é necessário conhecer-se a sua distribuição de probabilidade, ou seja, a sua dispersão em torno do valor esperado.

O modelo sugerido para cálculo do fluxo de caixa do passivo atuarial se enquadra no perfil de ferramenta necessária para construção de um modelo de exigência de capital (Provisões) com base em riscos, uma vez que consegue mitigar a variabilidade do fluxo de caixa em decorrência da projeção de mudanças de variáveis específicas (neste caso mortalidade geral) e respectivo impacto sobre as despesas. A metodologia de simulação estocástica (sugerida no item 4.1.2.3) ajuda a definir tecnicamente as margens de segurança adequadas às Provisões Matemáticas de modo a cobrir eventuais desvios de premissas atuariais. Neste contexto, o fluxo de caixa simulado a partir de metodologia definida no item 4.1.2.3 favorece a Entidade na busca de uma gestão passiva (alocação nos diversos segmentos é definida a partir de otimização que leva em conta o fluxo de caixa do passivo e as diversas hipóteses sobre alteração de premissas atuariais). A utilização do fluxo de caixa simulado a partir de metodologia estocástica torna-se importante ferramenta para construção do passivo benchmark e poderá auxiliar os fundos de pensão na gestão com base no conceito de supervisão baseada em risco.

O capítulo seguinte aborda o ajuste do modelo para um modelo de riscos (a partir da simulação da mortalidade para construção do fluxo de caixa do passivo), introduzindo o conceito de valor justo das obrigações para avaliação do nível de solvência do fundo de pensão hipotético estudado, estabelecendo regras para o grau de conservadorismo quantificado. Incluiremos o benchmark passivo simulado neste tópico ao conceito de supervisão baseada em risco para avaliação do nível de solvência.

6 ANÁLISE DE SOLVÊNCIA A PARTIR DO BENCHMARK PASSIVO E EXIGÊNCIA DE CAPITAL BASEADO EM RISCO

A análise da figura 29 é um *backtest* do que teria ocorrido com o plano hipotético assumindo a premissa de que, em 3/11/2006, o valor de ativos e provisão representava R\$ 200 milhões (ativo total igual a provisão matemática).

Ilustração 29 - Backtest: Valor do Ativo (benchmark passivo sugerido pelo modelo de *Cash Flow Matching* e CDI) com a Provisão com taxa de 6% atuarial

A linha vermelha mostra a evolução do passivo “contábil” a 6%.

A linha azul sólida é o valor da carteira Hedge (definida no item 5.3.2.2 – sendo que a carteira foi ajustada proporcionalmente para que o montante total fique com o valor de R\$ 200 milhões) com os títulos levados a vencimento (marcados na curva) e a linha azul pontilhada é o ativo em CDI. Os dados são de 3/11/2006 a 29/5/2009.

Ilustração 30 - Benchmark passivo x CDI (em % de Provisão Matemática com a taxa de desconto a 6% ao ano)

O gráfico 30 representa o resultado acumulado das duas carteiras de investimento em % de Provisão Matemática com a taxa de desconto de 6% (e percentil = 0.5).

A metodologia contábil atual evidencia riscos que não existem e oculta riscos reais. Induz a gestão do plano a manter ativos de curto prazo em busca de menor volatilidade de resultados contábeis, o que introduz riscos desnecessários (reinvestimento).

Vejamos, no exemplo, o *backtest* do que teria ocorrido com o plano hipotético que, em 3/11/2006, apresentava ativos e reservas em R\$ 200 milhões.

Ilustração 31 - Backtest: Valor do Ativo (benchmark passivo sugerido pelo modelo de *Cash Flow Matching* a mercado e CDI) com a Provisão calculada com a taxa de desconto de 6% ao ano

A linha vermelha mostra a evolução do passivo “contábil” a 6%. A linha azul sólida é o valor da carteira Hedge (benchmark passivo) a mercado e a linha azul pontilhada é o ativo em CDI. Os dados são de 3/11/2006 a 29/5/2009.

Ilustração 32 - Backtest: Valor do Ativo (benchmark passivo sugerido pelo modelo de *Cash Flow Matching* a mercado e CDI) com a Provisão calculada a partir do conceito de valor justo das obrigações

Ilustração 33 - Resultado acumulado das duas carteiras de investimento em % de Provisão Matemática calculada com taxa de desconto de 6% ao ano.

Ilustração 34 - Resultado acumulado das duas carteiras de investimento em % de Provisão Matemática calculada a partir do conceito de valor justo das obrigações (FAIR VALUE - definido no item 4.1.1.)

A análise de solvência, realizada através da comparação do benchmark passivo a mercado juntamente com as provisões matemáticas calculadas a partir do conceito de valor justo das obrigações, apresenta um equilíbrio final positivo próximo de 1,5% (superávit); quando as provisões matemáticas calculadas a partir do conceito de valor justo das obrigações são comparadas a carteira CDI, o equilíbrio final fica próximo de 16% negativo (déficit).

A carteira ótima (em termos de benchmark passivo) depende totalmente da metodologia de cálculo do valor do passivo. É impossível fazer hedge de um passivo na curva com ativos marcados a mercado.

A provisão matemática calculada pela taxa fixa de 6% induz os gestores a alocarem percentual elevado dos ativos em CDI e títulos de curtíssimo prazo, o que é um grave equívoco, induzindo grande risco sistêmico no setor.

7 CONCLUSÃO

Pelo conceito de Supervisão Baseada em Riscos, a definição de regras adequadas à preservação do equilíbrio e da solvência dos planos tem como foco a gestão de riscos com base na compreensão dos fatores determinantes do sucesso ou fracasso de uma Entidade/Plano. Adoção de um sistema que identifique as vulnerabilidades dos diversos Planos e que direcione a atenção da supervisão nos fatores críticos do sistema e dos Planos isolados.

Para consolidar a ideia de preservação do equilíbrio e da solvência através da gestão de risco por fatores de risco, precisamos desenvolver o conceito de valor justo de uma obrigação. Qual seria o conceito de valor justo de uma obrigação?

Imaginemos uma dívida corporativa existente, por exemplo, um financiamento bancário com valor final pré-fixado de USD 100 milhões, a ser pago em fluxo de caixa único no prazo de exatos 10 anos. Quando da emissão da dívida, a taxa praticada foi USD + 6% ao ano. O valor contábil “na curva” dessa obrigação seria de \$ 55,8 M. Essa dívida representa um fluxo de caixa de obrigações de seu emissor (a Empresa) e deve estar contabilizada em seu passivo.

Ilustração 35 - Exemplo 1 de valor contábil na curva

Suponha que o devedor dispõe no momento de um excedente de recursos e deseja quitar essa dívida imediatamente. A Empresa procura o credor e ele informa

que o valor para liquidar a dívida é de \$ 55,8 milhões (6% aa). Ele deveria pagar esse preço, ou seja, é um preço justo? A resposta é “depende”.

Suponha que a Empresa verifica no mercado que pode comprar um Título Público Federal (TPF, livre de risco de crédito) que paga com certeza \$ 100 milhões exatamente na data de vencimento de sua dívida anterior.

Em função das circunstâncias do mercado, esse título está sendo negociado à taxa de 8% e, portanto, deve pagar por ele o valor de \$ 46,3 milhões, economizando \$ 9,5 milhões, ou seja, 17% a menos.

$$TPF_0 = \frac{\$100}{(1 + 0,08)^{10}} \quad (32)$$

O que aconteceria com o balanço da Empresa após a compra do título (hedge perfeito)?

Balancete em t=0		A_0 :
Ativo	Passivo	Caixa \$ 200M – \$ 46,3M = \$153,7M
A_0	P_0	TPF = \$46,3M
	$PL_0 = A_0 - P_0$	$A_0 = \$200M$
		P_0 :
		Dívida = \$ 55,8 M
		PL_0 :
		\$ 200M - \$ 55,8M = \$ 144,2 M

Ilustração 36 - Balancete da empresa

Neste caso, verificamos que não mudou nada. O que não corresponde à realidade, uma vez que o passivo está totalmente garantido pelo título (TPF) e deveria ser contabilizado pelo valor de \$ 46,3M, o que faria com que o Patrimônio Líquido (PL) fosse ajustado de \$ 144,2 para \$153,7M. Esse é o valor que pertence à

Empresa após assegurados os recursos para liquidação futura de toda a dívida existente.

Agora, suponhamos que o TPF que está sendo negociado vence em 9 anos e está sendo negociado aos mesmos 8% ao ano e que, na pior das hipóteses, se espera que a taxa de reinvestimento para um ano seja de 3% ao ano (taxa de reinvestimento).

A estratégia poderia ser, então, comprar \$ 48,568M desse título, que resultaria em \$97,087M em 9 anos. Esse valor resultaria em pelo menos \$ 100M se a taxa de reinvestimento for pelo menos 3% ao ano entre o ano 9 e o ano 10.

A taxa média efetiva resultante do investimento de \$ 48,568 para obter \$ 100M em 10 anos seria de 7,49% ao ano. No limite, se a taxa de reinvestimento for zero, bastaria investir \$ 50,025M que o valor de \$ 100M já seria obtido em 9 anos. A taxa média seria de 7,17% ao ano. O risco de reinvestimento acrescentaria \$ 50,025 - \$ 46,3 = \$ 3,706M.

Suponhamos que não existe um TPF denominado em \$, apenas em Euro e que esse título (em €) vence em 9 anos e está sendo negociado aos mesmos 8% ao ano e que, na pior das hipóteses, se espera que a taxa de reinvestimento para um ano seja de 3% ao ano (taxa de reinvestimento €). Suponha que em $t=0$ a taxa de câmbio à vista é de \$1,00 por 1,00 €.

A estratégia poderia ser, então, comprar € 48,568M desse título, que resultaria em € 97,087M em 9 anos. Esse valor resultaria em pelo menos € 100M se a taxa de reinvestimento for de pelo menos 3% ao ano entre o ano 9 e o ano 10. A taxa média efetiva resultante do investimento de € 48,568 para obter € 100M em 10 anos seria de 7,49% ao ano. No limite, se a taxa de reinvestimento for zero, bastaria investir € 50,025 M que o valor de € 100 M já seria obtido em 9 anos. A taxa média seria de 7,17% ao ano.

Existe um “risco de base”, pois o indexador do ativo (€) é diferente do passivo (\$). Se o prêmio a pagar por uma opção de compra de \$ 100M (call) vencendo em 10 anos com preço de exercício de \$ 1,00/ € for \$ 2 M em $t=0$, então podemos hedgear o risco de base e o custo da carteira seria: \$ 50,025M (TPF) + \$ 2,00M (Call) = \$ 52,025M. A taxa seria então 6,75% ao ano, admitindo o reinvestimento à taxa zero entre $t=9$ e $t=10$ anos. O risco de base acrescentou \$ 52,025 - \$ 50,025 = \$ 2,000 M.

Suponhamos que o valor final a pagar seja incerto. Será \$ 100M, mas se a mortalidade do plano ocorrer por uma tábua “X”, mais conservadora, o valor passa a ser de \$ 102.

Neste caso, não existe instrumento financeiro para hedgear esse risco. O que pode ser feito é “provisionar o risco atuarial” em um percentual adequado, por exemplo, atribuindo neste caso 100% de probabilidade ao pior cenário e montar a estratégia. No caso, esse pior cenário custaria 2% a mais (\$102M/\$100M), então temos que comprar 2% a mais de TPF e de Call: \$ 51,025M (TPF) + \$ 2,04M (Call) = \$ 53,065M.

A taxa resultante seria então 6,54% ao ano, admitindo o reinvestimento à taxa zero entre $t=9$ e $t=10$ anos. O risco atuarial acrescentou \$ 53,065 - \$ 52,025 = \$ 1,040 M.

Resumindo todos os pontos abordados para o balancete da fundação, teríamos a seguinte composição de provisão por risco:

Custo com hedge perfeito:	\$ 46,300 M
Risco de reinvestimento:	\$ 3,706 M
Risco de base:	\$ 2,000 M
Risco atuarial:	\$ 1,040 M
Capital comprometido:	\$ 53,065 M

Ilustração 37 - Capital comprometido por risco

Ativo	Passivo
Caixa (ou outros ativos):	<ul style="list-style-type: none"> • Custo com hedge perfeito: \$ 46,300 M • Risco de reinvestimento: \$ 3,706 M • Risco de base: \$ 2,000 M • Risco atuarial: \$ 1,040 M
<ul style="list-style-type: none"> • Ativos diversos \$ 146,935 M 	
Carteira Hedge:	
<ul style="list-style-type: none"> • TPF (Euro): \$ 51,025 M • Opção (Call): \$ 2,040 M 	

** subtotal \$ 53,065 M	** subtotal \$ 53,065 M

	Patrimônio Líquido: \$ 146,935 M

ATIVO TOTAL : \$ 200,000 M	PASSIVO TOTAL : \$ 200,000 M

Ilustração 38 - Balancete da empresa com capital requerido com base em risco

Mesmo com toda a segurança o PL sai de \$ 144,2M para \$ 146,9M, aumentando de \$ 2,7M.

O exemplo simples que foi feito serve como base para ilustrar o conceito de valor justo (*Fair Value*) e de exigências de capital com base em risco (conceito aplicado no contexto de supervisão baseada em riscos), conceitos que podem ser aplicados à realidade das EFPCs.

A principal vantagem é a abordagem explícita dos diversos riscos envolvidos no negócio, tais como:

- I. Risco de mercado (nível das taxas e de reinvestimento);
- II. Risco de base (indexadores diferentes entre ativos e passivos);
- III. Risco atuarial (incerteza quanto ao custo das obrigações).

Da mesma forma como apresentado no exemplo, podemos representar o total de Provisão Matemática (obrigações do Plano) pela metodologia tradicional da seguinte maneira:

Tabela 11 - Provisão Matemática por metodologia tradicional

Provisão Matemática	
Valor presente das obrigações pela taxa de 6% ao ano	164.294.391,37
Risco atuarial:	0,00
Risco de reinvestimento	0,00
Risco de base	0,00
Total	164.294.391,37

Os modelos tradicionais, determinísticos, não avaliam riscos objetivamente e usam premissas que sabemos não serem mais adequadas. Esses modelos podem ser mais ou menos adequados. Para utilização desses modelos ajustam-se os fatores (exemplo: taxa de desconto definida para prover uma margem de conservadorismo) e utiliza-se uma tábua atuarial que não reflete a mortalidade incorrida. Na prática manipulam-se os parâmetros do modelo visando obter resultados mais conservadores, para prover uma margem implícita para o risco do próprio modelo.

Isso é feito sem que outras considerações sejam levadas em conta. Quanto há de conservadorismo implícito? É suficiente? É justo com os diversos planos e massas? Há testes para suportar esses ajustes?

A tabela 12 busca responder as questões levantadas representando o total de Provisão Matemática (obrigações do Plano) do plano hipotético calculada com base em avaliação individual dos riscos (exigências de capital com base em risco).

Tabela 12 - Provisão Matemática por metodologia sugerida a partir do conceito de Supervisão Baseada em Risco

Provisão Matemática - sugerida com base no conceito de SBR	
Benchmark Passivo	151.120.058,21
Risco atuarial: Provisão calculada com nível de confiança de 90%	
Risco de reinvestimento	8.890.229,88
Risco de base	0,00
Total	160.010.288,09

Os modelos propostos neste estudo nos ajudam a visualizar o risco atuarial, o risco de mercado através do reinvestimento (definição do benchmark passivo a partir de carteira simulada considerando relatório Focus como premissa de reinvestimento) e o risco de mercado em função do nível das taxas de juros (análise realizada a partir dos comparativos do valor justo das obrigações no conceito de análise de

solvência). No caso do risco atuarial, a ferramenta proposta com base em simulação e evolução da expectativa de vida foi utilizada para a definição do montante de provisões com certo nível de confiança (neste caso 90%).

O fluxo de caixa que resultou no cálculo da provisão matemática com nível de confiança de 90% foi utilizado para definição do benchmark passivo a partir do modelo de *Cash Flow Matching* e para dois diferentes cenários: cenário flat para a taxa de juros e cenário utilizando curva decrescente para o reinvestimento. A diferença calculada entre o montante sugerido para o benchmark passivo para os dois cenários representa o risco de reinvestimento (risco de mercado).

O último passo realizado na avaliação do risco de mercado foi a inclusão do conceito de valor justo das obrigações (ETTJ definida no item 4.1.1.5) para análise de solvência do benchmark passivo sugerido. A definição do benchmark representa o montante necessário para cobertura da provisão matemática com nível de confiança de 90%. O risco de base para o estudo é praticamente nulo, uma vez que os ativos elegíveis são indexados ao mesmo índice de inflação do reajuste dos benefícios.

Quando analisamos separadamente os riscos envolvidos no plano, isso é feito sem que outras considerações sejam levadas em conta. Quanto há de conservadorismo implícito? É justo com os diversos planos e massas?

Com os instrumentos de análise apresentados neste trabalho, acreditamos que o fundo de pensão tenha uma percepção mais acurada dos riscos envolvidos a que está exposto, permitindo um cálculo justo das obrigações.

Tomando como referência os meios para realizar a Supervisão Baseada em Riscos (SBR), julgamos (com esta abordagem) oferecer uma solução mais adequada para definição de regras adequadas à preservação do equilíbrio e da solvência dos planos tendo como foco a gestão de riscos com base na compreensão dos fatores determinantes no resultado de uma Entidade/Plano.

8 SUGESTÃO PARA ESTUDOS FUTUROS

As metodologias de ALM têm como objetivo identificar a melhor alocação estratégica de ativos para que a Entidade tenha máxima segurança no pagamento dessas obrigações. Ao utilizarmos o modelo de *Cash Flow Matching* para simulação do benchmark passivo, o risco de variação estocástica do fluxo de caixa do passivo atuarial não é considerado, podendo levar a risco de liquidez e venda antecipada de títulos de longo prazo, com possíveis perdas. Esse risco somente é eliminado quando simulamos uma carteira para cada fluxo de caixa.

Outro ponto desfavorável é que o modelo pode arbitrar entre indexadores, porém, por ser determinístico, não considera apropriadamente o descasamento entre eles, podendo elevar o risco.

O modelo pode ser aperfeiçoado na direção de construção de uma carteira a partir de metodologia estocástica, fazendo as arbitragens necessárias entre os diversos títulos e indexadores, considerando a quantificação dos riscos de descasamento. O modelo deve considerar para a formação de uma única carteira os diversos cenários do fluxo de caixa atuarial (mitigando, dessa forma, o risco de liquidez). A restrição de liquidez praticamente elimina o risco de liquidação antecipada de títulos de longo prazo, dando maior espaço para redução da volatilidade do resultado (superávit/déficit).

Outros riscos podem e devem ser incorporados dependendo do grau de composição da carteira de investimentos, composição da massa de participantes e tipo de plano:

- Crédito (default de contraparte) e mercado (*spread* de crédito);
- Liquidez (venda forçada de ativos em condições desfavoráveis);
- Opcionalidades (direitos contingentes dos participantes);
- Risco operacional;
- Crescimento salarial;
- Dinâmica familiar;
- Aposentadoria antecipada;
- Entrada de novos participantes.

Aliado ao equilíbrio atuarial demonstrado pelas sugestões de metodologia apresentadas no decorrer deste trabalho para simulação das obrigações através de técnicas que analisam individualmente os riscos da massa de cada plano, deve estar o equilíbrio financeiro que deverá ser analisado a partir do confronto dos ativos econômicos com as obrigações do plano com base em modelo de *Asset Liability Management* (ALM) robusto que utilize para formação da carteira todos os cenários simulados para o fluxo de caixa do passivo atuarial.

REFERÊNCIAS

AFONSO, L. E. **Previdência social e fundos de pensão**. São Paulo: FUNENSEG, 1996. 79 p.

ANDIMA. Metodologia de cálculo dos títulos públicos federais em mercado. Disponível em: <<http://www.andima.com.br>>. Acesso em: 20/12/2009.

APELFELD, Roberto. In: ENCONTRO NACIONAL DE GESTÃO DE RISCOS, 7, 2003, São Paulo.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Holding dos trabalhadores**: previdência complementar com acesso e segurança para todos os trabalhadores. Rio de Janeiro: BNDES, 2004.

BELTRÃO, K. I. et al. **Revolução na previdência**: Argentina, Chile, Peru, Brasil. Rio de Janeiro: Geração Editorial, 1998. 647p.

BICUDO, P. **Simulações da previdência social brasileira**: o estudo de caso do RJU. Brasília, 2000. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Universidade de Brasília.

BIERWAG, G. O.; KAUFMAN, G. G.; TOEVS, A. Duration: Its Development and Use in Bond Portfolio Management. **Financial Analysts Journal**, v. 39, p. 15-35, 1983.

BLAKE, D.; CARNS, A.J.G.; DOWD, K. Pensionmetrics: stochastic pension plan design and value-at-risk during accumulation phase. **Insurance: Mathematics and Economics**. UK, v. 29, p.187-215, 2001.

BOTTARO, M. **Previdência complementar no Brasil**: formação de poupança de longo prazo e financiamento do investimento (1995-2002). São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Economia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

BOULIER J.; HUANG S.; TAILLARD, G. Optimal management under stochastic interest rates: the case of a protected defined contribution pension fund. **Insurance: Mathematics and Economics**, v. 28, n. 2, p. 173-189, 2001.

BOWERS, N. L. Jr. et al. **Actuarial mathematics**. 2nd ed. Illinois: SOA-The Society of Actuaries, 1997.

BRASIL. Ministério da Previdência e Assistência Social. **Benefício proporcional diferido na previdência complementar**. Brasília: MPAS, Secretaria de Previdência Complementar, 2000. 174 p. (Bibliografia da Previdência Complementar, 3).

BRASIL. Ministério da Previdência e Assistência. **Livro Branco da Previdência Social**. Brasília: MPAS/GM, 2002. 152p.

BRAVO, J. M. V.; da SILVA, C.M.P. Immunization using a stochastic-process independent multi- factor model: The Portuguese experience. **Journal of Banking and Finance**, v. 30, p.133-156, 2006.

BRAVO, J.; SILVA, C. **Prospective lifetables**: life insurance pricing and hedging in a stochastic mortality environment. Paper prepared for presentation at the 6th Meeting on Social Security and Complementary Pension Systems and Pension Fund Asset Management. Lisbon: 2007.

BRIDGELAND, S. Investing pension funds as if the long term really did matter. **Journal of Asset Management**, v. 5, n. 5, Feb. 2005.

BROEKHOVEN, H. V. Market value of liabilities mortality risk: a practical model. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 6, n. 2, p. 95-106, Apr. 2001.

BROUHNS, N.; DENUIT, M.; VERMUNT, J. A poisson log-bilinear regression approach to the construction of projected lifetables. **Insurance: Mathematics and Economics**, n. 31, p. 373-393, 2002.

BUDHRAJA, V.; FIGUEIREDO JR., R. How risky are illiquid investments? **The Journal of Portfolio Management**, Winter, 2005.

CAETANO, M. A.; RATTES, M. **Balanco atuarial da reforma da previdência no serviço público federal**. Ipea, 2006. (Mimeo).

CAMPBELL, John Y.; VICEIRA, Luis M. **Strategic asset allocation**: portfolio choice for long term investors. UK: Oxford University Press, 2002.

CAPELO, E. R. **Uma introdução ao estudo atuarial dos fundos privados de pensão**. São Paulo, 1986. 384p. Tese (Doutorado em Administração) – EAESP/Fundação Getúlio Vargas.

CARVALHO, J. A. M. A transição demográfica no Brasil: aspectos relevantes para a Previdência. **Previdência em Dados**, Rio de Janeiro, v.10, n.3/4, p.5-17, jul./dez. 1994.

CARVALHO, L.N.; TRAPP, A. C. G.; CHAN, B.L. Disclosure e Risco Operacional: uma abordagem comparativa em instituições financeiras que atuam no Brasil, na Europa e nos Estados Unidos. **RAUSP**, v. 39, julho / agosto / setembro 2004.

CASTRO, M. C. **Entradas e saídas no sistema previdenciário brasileiro**: uma aplicação de tábuas de mortalidade. Belo Horizonte, 1997. 229p. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais.

CHIANG, C. L. **Introduction to stochastic process in biostatistics**. New York: John Wiley, 1968.

COMMITTEE OF EUROPEAN INSURANCE AND OCCUPATIONAL PENSIONS SUPERVISORS. **Consultative Document**: QIS3 – Calibration of the Credit Risk, CEIOPS-FS-23/07, 2007.

COMMITTEE OF EUROPEAN INSURANCE AND OCCUPATIONAL PENSIONS SUPERVISORS. **Consultative Document**: QIS3 – Calibration of the Underwriting Risk, Market Risk and MCR, CEIOPS-FS-14/07, 2007.

COMMITTEE OF EUROPEAN INSURANCE AND OCCUPATIONAL PENSIONS SUPERVISORS. **Consultative Document**: QIS3 – Technical Specifications, Part I: Instructions, CEIOPS-FS-11/07, 2007.

COX, J.; INGERSOLL, J.; ROSS, S. A theory of the term structure of interest rates. **Econometrica**, v. 53, n. 2, p. 373-407, 1985.

COX, S.; LIN, Y. Natural hedging of life and annuity mortality risks. **North American Actuarial Journal**, jul. 2007.

DAHL, H.; MEERAUS, A.; ZENIOS, S. A. Some financial optimization models: I Risk managements. In: ZENIOS, S. A. (ed). **Financial Optimization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

DAYKIN, C. D.; PENTIKINEN, T.; PESONEN, M. **Practical risk theory for actuaries**. London: Chapman & Hall, 1994. 546p.

DE NEDERLANDSCHE BANK. **Presentation at CEIOPS Occupational Pensions Committee's Meeting**, by Hoogendoorn, R.: The Dutch Pension System and its Supervision, 2006.

DEATON, R. L. **The political economy of pensions**: power, politics and social change in Canada, Britain and the United States. Vancouver: University of British Columbia, 1989. 474p.

FABOZZI, F. J. **Bond markets, analysis and strategies**. New Jersey: Prentice Hall International, 2000.

FABOZZI, Frank J. **Interest rates, term structure and valuation modeling**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002.

FEDERAL FINANCIAL SUPERVISORY AUTHORITY. **Presentation at OECD/IOPS Conference on Private Pensions in Latin America**, by Oster, A.: Risk-Based Pension Supervision – German Approach, 2006.

FERREIRA, R. Gerenciamento do risco de taxa de juro em fundo de pensão – redesenhando estratégia de imunização com o uso de derivativos. **Resenha BM&F**, São Paulo, n. 149, 2003.

FERREIRA, L. F. R. **Manual de gestão de renda fixa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FINANCIAL SERVICES COMMISSION OF ONTARIO. **Consultative Document**: Risk-Based Supervision of the Funding of Ongoing Defined Benefit Pension Plans, 2000.

FINANSINSPEKTIONEN. **Memorandum**: FI will introduce a new version of the Traffic-Light Model on March 6, 2007.

FINANSINSPEKTIONEN. **Presentation at FI**, by Ekström, E.: Towards a Risk-Based Insurance Supervision, 2005.

FONTOURA, F. R. da S. **Avaliação da solvência econômico-financeira de entidades municipais gestoras de regimes próprios de previdência social**. Fortaleza, 2005. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – CAEN, Universidade Federal do Ceará – UFC.

FORTUNA, E. **Mercado financeiro**. 15. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

GARCIA, J. Tábuas de mortalidade – uma análise prospectiva. **Boletim do Instituto dos Actuários Portugueses**, n. 34, p. 47-68, 1994.

GLASSERMAN, P. Monte Carlo Methods. **Financial Engineering**, Springer Verlag, NY, 2003.

GONDZIO, J.; KOUWENBERG, R. High-performance computing for asset-liability management. **Operations Research**, v. 49, n. 6; p. 879. Nov./Dec. 2001.

GOSS, S. C. et al. Historical and projected mortality for Mexico, Canada and United States. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 2, n. 4, p.108-126, 1998.

GUTTERMAN, S.; VANDERHOOF, I. T. Forecasting changes in mortality: a search for a law of causes and effects. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 2, n. 4, p.135-138, Oct. 1998.

HAINAUT, D.; DEVOLDER, P. Management of a pension fund under mortality and financial risks. **Insurance: Mathematics and Economics**, n. 41, p. 134-155, 2007.

HELD, G. Research into the aging process: a survey. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 6, n. 3, p. 30-37, July. 2002.

HICKMAN, J. C. Introduction to actuarial modeling. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 1, n. 3, p. 1-5, July. 1997.

HIRALAL, Carl. OSFI supervisory model. In: SEMINÁRIO REGIONAL IAIS-ASSAL, 2003, Santiago do Chile, 2003.

HULL, J. **Opções, futuros e outros derivativos**. 3. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros e Cultura Editores Associados, 1996.

HULL, J. **Options, futures and other derivatives**. 6. ed. London: Prentice Hall. International Organization of Pension Supervisors, 2007. Experiences and challenges in introducing risk-based supervision for pension funds, IOPS Working Paper on Private Pension Supervisory Issues, Working Paper n. 4, 2005.

HURTADO, N. H. **Gestão de ativos e passivos (ALM) dinâmica**: uma aplicação aos fundos de pensão. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2000. p. 56-79. (Cadernos Discentes, n. 2).

INTERNATIONAL MONETARY FUND. **Global financial stability report**: market developments and issues. Risk management and the pension fund industry. USA: International Monetary Fund. Publication Service, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF PENSION SUPERVISORS IOPS. **Principles of private pension supervision**. IOPS Annual General Meeting, 2006.

IYER, S. **Matemática atuarial de sistemas de previdência social**. Brasília: MPAS, 2002. 182 p.

J. P. MORGAN E REUTERS. **Risk MetricsTM**. Technical Document. 4. ed. New York: Morgan Guaranty Trust Company, 1996.

JARROW, R.; DEVENTER. D. R. **Asset liability management**. A synthesis of new methodologies. London: Risk Books, The Kamakura Corporation, 2004.

JORION, P. **Value-at-risk**: the new benchmark for controlling market risk. Irwin, 1997.

JOSA-FOMBELLIDA, R. et al. Optimal risk management in defined benefit stochastic pension funds. **Insurance: Mathematics and Economics**, v. 34, p. 489-503, 2004.

KEINTZ, R. J.; STICKNEY, C. P. Immunization of pension funds and sensitivity to actuarial assumptions. **Journal of Risk and Insurance**, (pre-1986) v. 47, n. 2, p. 223, Jun. 1980.

KLUGMAN, S. A; PANJER, H. H; WILLMOT, G. E . **Loss models from data to decisions**. New York: Wiley, 2004.

LIN, Y.; COX, S. **Securitization of mortality risks in life annuities**. Versão apresentada no Asia Pacific Risk and Insurance Association, 2003, Bangkok, no 38th Actuarial Research Conference, Universidade de Michigan, 2003, e no Meeting of the American Risk and Insurance Association in Denver, 2003. Disponível em: <<http://rmictr.gsu.edu/Papers/WP03-3.pdf>>. Acesso em: abr. 2008.

LITTERMAN, Robert; SHEINKMAN, José Alexandre. Common factors affecting bond returns. **Journal of Fixed Income**, v.1, p. 59-72, 1991.

LOZARDO, E. **Derivativos no Brasil**. São Paulo: BM&F, 1998.

LUENBERGER, David G. **Investment science**. New York: Oxford University Press, 1998.

MACAULAY, F. R. **Some theoretical problems suggested by movements of interest rates, bond yields, and stock prices in the United States since 1856**. New York: National Bureau of Economic Research, 1938.

MARINS, A. **Mercados derivativos e análise de risco**. Rio de Janeiro: Editora AMS, 2004. v.1.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 7-91, 1952.

MARSHAL, Christopher. **Medindo e gerenciando riscos operacionais em instituições financeiras**. Rio de janeiro: Qualitymark, 2002.

MONTEIRO, A.; SALLES, F. Interpolação da Curva de Juros: métodos e medidas de desempenho. **Resenha BM&F**, São Paulo, 147, 2001.

MONTELLO, J. **Notas técnicas atuariais de benefícios programados e de risco**. Rio de Janeiro: [S.n.], 2002.

MONTELLO, J. R. S. **Notas técnicas atuariais da Fundação Copel de Previdência e Assistência Social**. Rio de Janeiro: [S.n.], 2005.

MOYNIHAN, G. P. et al. DSSALM: a decision support system for asset and liability management. **Decision Support Systems**, v. 33, p. 23-38, 2002.

MPS, SPC. **Coletânea de Normas dos Fundos de Pensão**. Brasília: Ministério da Previdência Social, Secretaria de Previdência Complementar, 2004.

NELSON, C.; SIEGEL, A. Parsimonious modelling of Yield Curves. **Journal of Business**, n. 60, p. 473-489, 1987.

NEVES, C. R.; MIGON, H. S. Bayesian graduation of mortality rates: an application to reserve evaluation. **Insurance: Mathematics and Economics**, v. 40, n. 3, p. 424-434, 2007.

NEWBOLD, Paul. **Statistics for business & economics**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1995.

OGUZSOY, C.B.; GÜVEN, S. Bank asset and liability management under uncertainty. **European Journal of Operational Research**, 102(3), p. 575-600, 1997.

ORTEGA, A. **Tablas de mortalidad**. San José, Costa Rica: Centro Latinoamericano de Demografia (CELADE), 1987. 295p.

PAGANO, V. A. **Lições de estatística**: questões demográficas. 2. ed. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, [s.d.]. 401p.

PANNING, W. The strategic uses of value at risk: long term capital management for property/casualty insurers. **North American Actuarial Journal**, v. 3, n. 2, p. 84-105, 1999.

PAPI, M.; SBARAGLIA, S. **Optimal asset–liability management with constraints**: a dynamic programming approach. Applied Mathematics and Computation, In Press, 2005.

PITACCO, E. **Mortality and longevity**: a risk management perspective. Versão enviada para 1st IAA Life Colloquium, Stockholm, 10-13 June 2007. Disponível em: <<http://www.actuaries.org/LIFE/Events/Stockholm/Pitacco.pdf>>. Acesso em: abr. 2008.

PRICEWATERHOUSECOOPERS. Whitepaper, august 2007. Disponível em <www.pwc.com/solvency2>. Acesso em: 20/12/2009.

REIS, A. et al. (Org.). **Fundos de pensão em debate**. Brasília: Brasília Jurídica, 2002. 248p.

RENSHAW, A. E.; HABERMAN, S. Lee-Carter mortality forecasting: a parallel generalized linear modeling approach for England and wales mortality projections. **Applied Statistics**, v. 52, n. 1, p. 119-135, 2003.

REVISTA DA ABRAPP, ICSS, SINDAPP. [S.l.], ano XXIX, n. 366, junho 2010.

RIBEIRO FILHO, Jair, DE LA ROCQUE, Eduarda, BARCELLOS, Wilson. Monitoramento de risco - aplicação do conceito de value-at-risk para fundos de pensão. **Resenha BM&F**, São Paulo, 122-1, 2002.

ROGÉ FERREIRA, Luiz Francisco. Uma alternativa aos modelos de duration. **Resenha BM&F**, São Paulo, n. 115, 1997.

ROGERS, R. Will mortality improvements continue? **National Underwriter**, n. 106, p. 11-13, 2002.

ROTAR, V. I. **Actuarial models**: the mathematics of insurance. New York: Editora Taylor & Francis, 2006.

SAAD, N.; RIBEIRO, C. O. Modelos determinísticos de gestão de ativo/passivo: uma aplicação no Brasil. **Revista de Contabilidade e Finanças**, n. 34, p. 50-62, 2004.

SANTOS, Célia Cristina Antunes dos. **Supervisão dos fundos de pensões baseada na avaliação dos riscos**. Lisboa, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Actuarias). Universidade Técnica de Lisboa.

SCOTT, E. A. **Simple defined benefit plans**: methods of actuarial funding. Homewood, Illinois: Dow Jones-Irwin, 1989. 148p.

SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1996. 244 p.

SOUSA, J. P. et al. **80 anos da Previdência Social: a história da previdência social no Brasil. Um levantamento bibliográfico documental e iconográfico.** Brasília: MPAS, 2002. 160 p.

STASZEWSKI, K. M. Macroeconomic aspects of private retirement programs. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 5, n. 3, p. 52-64, July. 2001.

SUBRAMANIAN, K. V. Term structure estimation in illiquid markets. **Journal of Fixed Income**, v. 11, p. 77-86, 2001.

SUEN, A. S.; KIMURA, H.; NONAKA, K. P. A utilização do modelo da duration na administração do risco de taxas de juros em carteiras de renda fixa em bancos brasileiros. **Caderno de Pesquisas em Administração**, Programa de Pós-Graduação em administração da FEA/USP, São Paulo, 2. Sem. 1997.

TESOURO NACIONAL. **Metodologia dos cálculos dos títulos públicos ofertados pelo Tesouro Direto.** Disponível em: <<http://www.stn.fazenda.gov.br>>. Acesso em: 20/12/2009.

THE PENSIONS REGULATOR. **Consultative Document: Codes-Related Guidance – Internal Controls (Complying with the obligation to establish and operate internal controls).** The Pensions Regulator (2007), Consultative Document: Codes-Related Guidance – Example Risk Register, 2007.

THOMPSON, L. **Mais velha e mais sábia: a economia dos sistemas previdenciários.** Traduzido por Celso Barroso Leite. 1. ed. Brasília: PARSEP/ MPAS/ SPS, 2000. 160p. (Coleção Previdência Social - Série Debates, 4).

TROWBRIDGE, C. L. **Fundamentals of pension funding.** Illinois: SOA, [s.d.] p. 101-132. (50o Anniversary Monograph).

TULJAPURKAR, S. Forecasting mortality change: questions and assumptions. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 2, n. 4, p.127-134, Oct. 1998.

VALLI, Marcos; VARGA, Gyorgy. Movimentos da estrutura a termo da taxa de juros brasileira e imunização. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 34-53, 2001.

VAN HORNE, James C. **Financial markets rates & flows.** 4. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1994.

VARGA, G. Duração, convexidade e imunização. São Paulo: **Resenha BM&F**, São Paulo, p. 23-32. set. 1993.

VARGA, G.; PINHEIRO, S. S. **Estimativa de mortalidade para a população coberta pelos seguros privados**. Rio de Janeiro: IPEA, 2002. 56p. (Texto para Discussão n. 868).

_____. **A transição demográfica e a reforma da previdência social**. Brasília: CEPAL, 1996. 212p.

_____.; MUNZENMAIER, F. W. Impact of replacing a defined benefit pension with a defined contribution plan or a cash balance plan. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 5, n. 1, p. 32-56, Jan. 2001.

_____. Deterministic modeling of defined-contribution pension funds. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 1, n. 4, p. 83-103, Oct. 1997.

_____, NG, H. K. A retirement plan based on fixed accumulation and variable accrual. **North American Actuarial Journal**, Illinois, v. 4, n. 1, p. 63-93, Jan. 2000.

VEIGA, Álvaro. **Medidas de risco de equilíbrio em fundos de pensão em gestão de riscos no Brasil**. Organizado por Antônio Duarte e Gyorgy Varga. Rio de Janeiro: [S.n.], 2003.

VILANOVA, W. **Matemática atuarial**. São Paulo: Pioneira; USP, 1969. 231p.

WILLETS, R.; GALLOP, A.; LEANDRO, P.; LU, J.; MACDONALD, A.; MILLER, K.; RICHARDS, S.; ROBJOHNS, N.; RYAN, J.; WATERS, H. Longevity in the 21st century. **British Actuarial Journal**, v. 10, n. 5, p. 1027-1045, 2004.

WONG, L. R. (Org.). **O envelhecimento da população brasileira e o aumento da longevidade**: subsídios para políticas orientadas ao bem-estar do idoso. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, ABEP, 2001. 265p.