

Ph.D.



COPPE/UFRJ

IMPACTO DA REGULAÇÃO NA GESTÃO DE FUNDOS DE PENSÃO:
RETORNO, RISCO E OTIMIZAÇÃO

Diego Delgado Lages

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientador: Nelson Maculan Filho

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2011

IMPACTO DA REGULAÇÃO NA GESTÃO DE FUNDOS DE PENSÃO:
RETORNO, RISCO E OTIMIZAÇÃO

Diego Delgado Lages

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Nelson Maculan Filho, D.Habil.

Prof. Claudio Roberto, Contador

Prof. Geraldo Gil Veiga, D.Sc.

Prof. Paulo Roberto Oliveira, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

FEVEREIRO DE 2011

Lages, Diego Delgado

Impacto da Regulação na Gestão de Fundos de Pensão: retorno, risco e otimização/Diego Delgado Lages. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

XI, 123 p.: il.; 29, 7cm.

Orientador: Nelson Maculan Filho

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 62 – 67.

1. Otimização de Carteiras. 2. Programação Estocástica. 3. Programação Não-Linear. I. Maculan Filho, Nelson. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

Aos Meus Pais.

Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

Agradeço ao Geraldo Veiga pela ajuda em programação estocástica, inclusive nos detalhes de otimização em geral.

Agradeço aos professores Nelson Maculan e Claudio Contador pela excelente liderança neste trabalho.

Agradeço também a todas as outras pessoas que direta ou indiretamente estiveram envolvidas neste processo.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

IMPACTO DA REGULAÇÃO NA GESTÃO DE FUNDOS DE PENSÃO:
RETORNO, RISCO E OTIMIZAÇÃO

Diego Delgado Lages

Fevereiro/2011

Orientador: Nelson Maculan Filho

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

O conceito passado de aposentadoria tem se transformado. Há cada vez menos entrantes no sistema e as pessoas estão com uma maior expectativa de vida. Desta forma, os fundos de pensão têm se tornado uma excelente alternativa para a aposentadoria, pois não têm muita dependência dos outros participantes. Os valores aplicados durante o tempo de trabalho são gerenciados por estes fundos, altamente regulados no Brasil, de forma a minimizar o risco de perda dos participantes. Este trabalho visa demonstrar o impacto que a regulação causa no risco e retorno das carteiras, não só de fundos de pensão, mas de investidores institucionais de forma geral. Para isso, foram construídos modelos de programação matemática tradicionais, baseados no conceito de carteira eficiente de Markowitz, e novos modelos em programação estocástica baseados nestes modelos tradicionais. Contribuições em finanças também são atingidas através da utilização de carteiras "simples" e "complexas" e do impacto que analistas financeiros trazem as carteiras.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

THE IMPACT OF COMPLIANCE IN PENSION FUNDS MANAGEMENT:
RETURN, RISK AND OPTIMIZATION

Diego Delgado Lages

February/2011

Advisor: Nelson Maculan Filho

Department: Systems Engineering and Computer Science

The traditional retirement income has changed. There are less entrants in the system and, at the same time, people are living longer. So, pension funds are becoming the best alternative to retirement, because it doesn't depend much on other participants. The amount invested during the contribution is managed by these funds, highly regulated in Brazil, in order to reduce the risk of loss to its participants. This work aims to demonstrate the impact that the regulation causes on the risk and return of institutional investors portfolios, including pension funds. Mathematical programming models, based on traditional Markowitz concepts on portfolio efficient frontiers and new models based in stochastic programming derived from these traditional ones. Contributions to finance are achieved by using "simple" and "complex" portfolios and the impact that financial analysts bring to portfolios.

Sumário

Lista de Figuras	x
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Organização	3
2 Otimização de Carteiras	5
2.0.1 Propriedades da Diversificação	6
2.0.2 Otimização e Fronteira Eficiente	7
3 Regulação	9
3.1 Definições	9
3.1.1 Entidades de Previdência Privada	9
3.1.2 Entidades Abertas	10
3.1.3 Entidades Fechadas	11
3.2 A Regulamentação sobre o Ponto de Vista do Governo	13
3.3 Regulamentação no Mundo	15
4 Fundamentação Matemática em Programação Estocástica	19
4.1 Introdução	19
4.2 Problemas de Programação Estocástica	21
4.3 Abordagem "Espere e Veja"	22
4.4 Problemas com Restrições Probabilísticas	25
4.5 Problemas com Recursividade	26

5	Método Proposto	28
5.1	Modelo Proposto	28
5.1.1	Modelo Determinístico para o Problema de Minimização de Risco	30
5.1.2	Modelo Determinístico para o Problema de Maximização do Retorno	33
5.2	Levantamento de Dados	35
5.3	Simulação	36
5.4	Mudanças na Ferramenta NLPToolbox	38
6	Resultados e Discussões	40
6.1	Carteiras Geradas por Simulação	40
6.1.1	Carteiras "Simples"	41
6.1.2	Carteiras "Completa"	49
7	Conclusões	57
7.1	Contribuições	57
7.1.1	Contribuições a Simulação e Ferramentas de Simulação	57
7.1.2	Contribuições às Finanças, principalmente de Investidores Institucionais	58
7.1.3	Contribuições a Programação Estocástica	59
7.2	Limitações	59
7.3	Trabalhos Futuros	60
7.3.1	Trabalhos Futuros em Finanças	60
7.3.2	Trabalhos Futuros em Simulação e Ferramentas de Otimização Não-Linear	60
7.3.3	Trabalhos Futuros em Programação Matemática	61
	Referências Bibliográficas	62
A	Regulações para Fundos de Pensão	68
A.1	Entidades Fechadas de Previdência Privada	68

Lista de Figuras

2.1	Diversificação para uma carteiras de ativos A e B.	7
2.2	Modelo para minimização de risco para dado nível de retorno \check{r}	8
2.3	Modelo para maximização do retorno para um dado nível de risco $\check{\rho}$. . .	8
2.4	Fronteira eficiente para uma carteiras de ativos A e B.	8
3.1	Investimentos em Renda Variável em percentual das carteiras dos fundos de pensão. [1][2][3][4][5]	16
3.2	Retornos de fundos de pensão e em carteiras balanceadas. [6][7] . . .	18
4.1	Conjunto admissível do problema da mistura para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (1, \frac{1}{3})$. 23	
4.2	Conjunto admissível do problema da mistura para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (\frac{5}{2}, \frac{2}{3})$. 23	
4.3	Conjunto admissível do problema da mistura para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (4, 1)$. 24	
5.1	Modelo para minimização de risco para dado nível de retorno \check{r}	29
5.2	Modelo para maximização do retorno para um dado nível de risco $\check{\rho}$. . .	29
5.3	Modelo determinístico proposto para a minimização de risco \check{r}	31
5.4	Modelo determinístico para minimização de risco para dado nível de retorno \check{r}	33
6.1	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.	41
6.2	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico. . . .	42
6.3	Resultado da Carteira de Minimização de Risco.	43
6.4	Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.	44
6.5	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.	45
6.6	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico. . . .	46
6.7	Resultado da Carteira de Minimização de Risco.	47
6.8	Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.	48

6.9	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.	49
6.10	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico.	50
6.11	Resultado da Carteira de Minimização de Risco.	51
6.12	Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.	52
6.13	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.	53
6.14	Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico.	54
6.15	Resultado da Carteira de Minimização de Risco.	55
6.16	Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.	56

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação

O atual envelhecimento da população aliado à diminuição na taxa de natalidade, tem tornado a previdência uma das maiores preocupações de governos, em particular o do Brasil. Uma das alternativas comuns à previdência pública é a previdência privada. Os fundos de pensão têm expressível participação no PIB brasileiro: em 2008 representava 12% do PIB, em 2009 representava 17% do PIB, com aproximadamente meio trilhão de reais e a previsão de fechamento em 2010 é de 18% do PIB. A perspectiva para os próximos 10 anos é que fique em 40% da economia nacional[8]. Porém, o governo, através de regulamentações, pretende proteger os participantes destes fundos. Mas, ao minimizar o risco de perda de capital, o governo compromete a utilização de oportunidades mais rentáveis, por consequência, sua eficiência.

Apesar de as atividades de previdência privada existirem no Brasil desde o século passado, somente a partir da década de 1970 elas ganharam expressividade no mercado de capitais[9]. Junto com sua expressividade, vieram as regulamentações sobre suas aplicações, inicialmente com a Resolução do CMN 470/78. Outras se sucederam, como listadas no Anexo 1.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste estudo é revelar qual é o impacto destas regulamentações no desempenho dos fundos de previdência privada (aplicáveis também a investidores

institucionais de forma geral), medido pelo custo, se existente, em seus retornos. Será medido também o custo da "ineficiência" da gestão dos fundos de previdência privada, também em termos de retorno. Estas medidas serão feitas comparando, com mesmo nível de risco, uma carteira livre, uma carteira com restrições impostas e carteiras efetivas.

Diversos trabalhos anteriores tiveram objetivos semelhantes. Em [9], são apresentados os custos da regulamentação e da "ineficiência" para investidores institucionais (previdência privada, seguradores e capitalização), obviamente utilizando dados até então disponíveis.

Em [10], é analisada a influência do investimento em propriedade privada na diversificação da carteira do investidor institucional nos EUA e no Brasil. Neste contexto, também foi analisada o impacto do uso de imóveis dentro da regulamentação vigente para estes tipos de investidores.

Em [11], os fundos de pensão brasileiros são avaliados e tem como conclusão que eles cumprem a necessidade atuarial exigida, gerando um prêmio de desempenho satisfatório.

Em [12], é analisado o desempenho dos fundos de pensão brasileiros, com base nas tradicionais medidas de avaliação de Jensen, Treynor e Sharpe, e concluindo que existem oportunidades de se alcançar melhores níveis de desempenho, caso haja desregulamentação e o uso de técnicas mais sofisticadas de gestão de investimentos.

Em [13], é tratado a alocação de ativos dos fundos de pensão brasileiros. Neste trabalho é argumentado que a maior limitação da otimização clássica é a instabilidade dos dados de entrada (retornos esperados e matriz de covariância dos ativos), e que podem causar grandes mudanças nas carteiras ótimas, levando uma carteira eficiente a parecer ser ineficiente. Ele utiliza um método estatístico, baseado em [14], para resolver muitas das limitações da otimização clássica, reduzindo o impacto dos erros de estimação e estabilizando a otimização.

Porém, estes trabalhos desconsideram vários aspectos importantes na regulação e na alocação de ativos, como os requisitos de diversificação por modalidade, utilização aproximações para ativos e não levam em conta a possibilidade de venda a descoberto. Portanto, as medidas que serão resultado desse trabalho não só são mais precisas, quanto é possível mensurar o erro que estas aproximações e restrições

de outros trabalhos impõe sobre os cálculos.

Um grande limitação também de todos estes trabalhos é que eles não levam em consideram a incerteza quanto aos retornos dos ativos, que tem papel fundamental na otimização de carteiras [15] [16]. Porém, em [17], uma otimização estocástica com valor exato de carteiras de investimento é feita, com algumas restrições sobre a alocação de ativos. Outros trabalhos [18], [19], [20] e [21] também tratam de otimizações de carteiras levando em consideração certo grau de incerteza sobre os retornos ou restrições, nenhum deles no mercado brasileiro.

Dessa forma, este trabalho estuda o impacto da regulação otimizando as carteiras, levando em consideração os seguintes aspectos:

- Utilização de retornos estocásticos;
- Utilização de ativos ao invés de aproximações (i.e. IBOVESPA x Ativos em Bolsa);
- Diversificação por modalidade
- Utilizando recomendações de analistas e usar o retorno passado como recomendação;
- Comparando uma carteira complexa, com muitos ativos, a uma carteira simples.

1.3 Organização

Este trabalho está organizado em 7 capítulos. Neste primeiro capítulo, de introdução, são exibidos a motivação, o objetivo e a organização do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada a abordagem mais comum de otimização de carteiras existente na literatura.

No terceiro capítulo, sobre regulamentação, são apresentados os argumentos para seus usos, os modelos existentes, suas rentabilidades e curvas de risco. Uma avaliação de desempenho dos fundos de pensão brasileiros é apresentada no final do capítulo.

No quarto capítulo é apresentada a fundamentação matemática necessária para a realização deste estudo, através de uma revisão da literatura de programação estocástica.

No quinto capítulo é mostrado o método tradicional a ser utilizado para otimização de carteiras, assim como proposto dois novos métodos, baseados em programação estocástica.

No sexto capítulo são apresentados os resultados das simulações, apresentado a influência da regulamentação, da forma de uso da recomendação dos retornos, o quanto a quantidade de ativos influencia a carteira e a comparação entre os métodos do quinto capítulo.

No sétimo capítulo são apresentadas as contribuições e limitações desse trabalho, assim como os trabalhos futuros.

Capítulo 2

Otimização de Carteiras

O objetivo de qualquer investimento é aumentar a rentabilidade do capital investido. Investir com o objetivo de ter retorno sobre o investimento maior do que a taxa livre de risco, implica em tomar algum tipo de risco. O processo de otimização de carteiras envolve escolher quais ativos, e em quais quantidades, devem compor uma carteira de investimento, com o objetivo de ter um retorno maior dado um nível de risco definido ou dado um retorno definido, minimizar o risco.

A disciplina de otimização de carteiras iniciou-se com Markowitz, com a sua *Modern Portfolio Theory* [22]. Ele descreve uma carteira de ativos através de seus retornos, suas variâncias e a correlação entre os retornos dos ativos. Em função de sua simplicidade, atualmente ela é a base de praticamente toda teoria de gerenciamento de carteiras. Porém, esta mesma simplicidade implica em algumas objeções a este modelo, que serão vistos a seguir.

O cálculo do retorno de uma carteira é simples:

$$r_P = \sum_{n=1}^N w_n r_n \quad (2.1)$$

Onde, r_P é o retorno da carteira, N é o número de ativos, w_n o peso do ativo n na carteira e r_n o retorno deste ativo.

A 2.1 pode ser vista através da notação vetorial:

$$r_P = w^T r \quad (2.2)$$

O risco da carteira é diferente da soma dos riscos dos ativos. O risco da carteira depende da escolha dos ativos.

risco do ativo por si só, mas o risco que ele adiciona à carteira. A figura 2.1 mostra o efeito da diversificação de dois ativos A e B para diferentes correlações. Os ativos têm retornos de 4% e 18% e volatilidades de 11% e 26%, respectivamente.

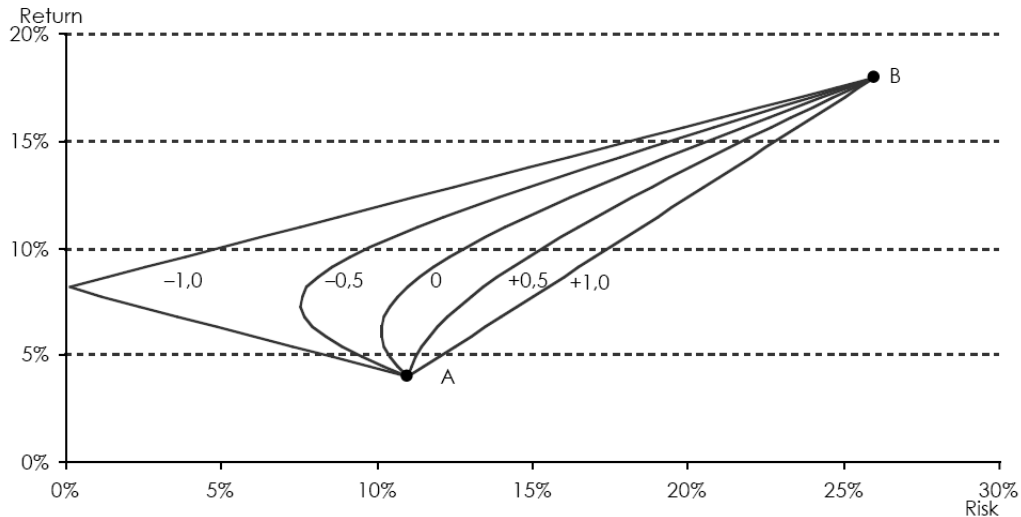


Figura 2.1: Diversificação para uma carteiras de ativos A e B.

Para uma correlação de +1, é visível que não existe benefício na diversificação da carteira. Quando a correlação é zero, já há benefícios na diversificação, pois o risco pode ser menor do que o risco utilizando somente o ativo A. Se a correlação é -1, é observada uma grande vantagem na diversificação, pois os ativos sempre movem em direções contrárias, inclusive podendo reduzir o risco teórico da carteira a zero.

2.0.2 Otimização e Fronteira Eficiente

Uma carteira pode ser eficiente utilizando dois critérios: a minimização do risco dado um nível de retorno e a maximização do retorno dado um nível de risco, como vistos nas figuras 2.2 e 2.3.

Feita a otimização usando os modelos anteriores, é possível traçar uma linha entre a variância-mínima e variância-máxima, que representa a fronteira eficiente da carteira, como ilustrada pela linha XB da figura 2.4.

$$\begin{aligned}
& \min w^T \Sigma w \\
& \text{s.a.} \\
& w^T r = \check{r} \\
& \|w\|_1 = 1 \\
& w^T e_i \geq 0, \forall i
\end{aligned}$$

Figura 2.2: Modelo para minimização de risco para dado nível de retorno \check{r} .

$$\begin{aligned}
& \max w^T r \\
& \text{s.a.} \\
& w^T \Sigma w = \check{\rho} \\
& \|w\|_1 = 1 \\
& w^T e_i \geq 0, \forall i
\end{aligned}$$

Figura 2.3: Modelo para maximização do retorno para um dado nível de risco $\check{\rho}$.

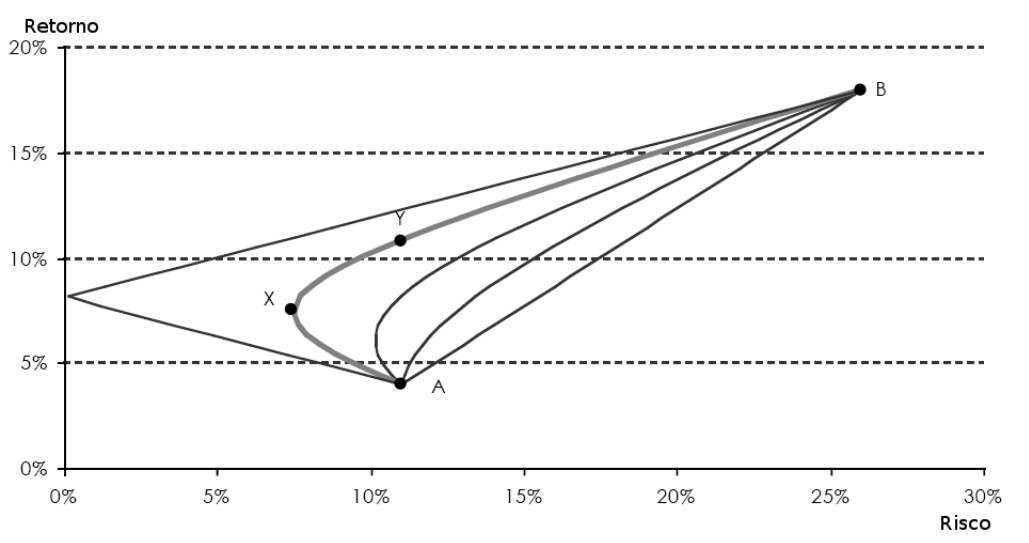


Figura 2.4: Fronteira eficiente para uma carteiras de ativos A e B.

Capítulo 3

Regulação

O objetivo da regulação é criar mecanismos para proteger o investimento destas carteiras, ou seja, minimizar o risco de perda de capital, mas através de regras claras e de simples verificação. Fundos de Pensão Abertos e Fechados e outros Investidores Institucionais têm definições e regras distintas ilustradas ao longo deste capítulo.

3.1 Definições

3.1.1 Entidades de Previdência Privada

”**Entidades de previdência privada...** são as que têm por **objeto** instituir planos privados de concessão de **pecúlios** ou de **rendas**, de benefícios complementares ou assemelhados aos da Previdência Social, mediante contribuição de seus participantes, dos respectivos empregados ou de ambos.”(Lei no. 6.435, 1977, Art. 1o., grifo meu)

”**Pecúlio** é o capital a ser pago de uma só vez ao beneficiário, quando ocorrer a morte do subscritor, na forma estipulada no plano subscrito.”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 22, (símbolo de paragrafo) 1o., grifo meu)

”**Renda...** consiste em uma série de pagamentos mensais ao participante, na forma estipulada no plano subscrito. O fato gerador da renda será a sobrevivência do participante-subscritor ao período de diferimento prefixado no plano, sua invalidez total e permanente, ou sua morte. ”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 22, (símbolo paragrafo 2x), 2o e 3o, grifo meu)

”... as entidades de previdência privada são classificadas: de acordo com a relação entre a entidade e os participantes dos planos de benefícios, em: **fechadas**, quando

acessíveis exclusivamente aos empregados de uma só empresa ou de um grupo de empresas, as quais, ... , serão denominadas **patrocinadoras; abertas**, as demais.”(Lei n. 6.435, 1977, Art. 4o., alíneas ”a”e ”b”, inciso I, grifo meu)

”A **ação do poder público** será exercida com o objetivo de: proteger os **interesses dos participantes** dos planos de benefícios; determinar padrões mínimos adequados de **segurança econômico-financeira**, para preservação da **liquidez** e da **solvência** dos planos de benefícios, isoladamente, e da entidade de previdência privada, em seu conjunto; ”(Lei n. 6.435, 1977, Art. 3o. incisos I e II, grifo meu)

”Para resguardar os direitos dos participantes, poderá ser decretada a **intervenção** na entidade da previdência privada, desde que se verifique, a critério do órgão fiscalizador: **aplicação de recursos em desacordo com as normas e determinações do Conselho Monetário Nacional.**”(Lei n. 6.435, 1977, Art. 55, *Caput* e inciso V, grifo nosso)

3.1.2 Entidades Abertas

”**Entidades abertas de previdência privada** são sociedades constituídas com a **finalidade** de instituir planos de pecúlios ou de rendas, mediante contribuição de seus participantes.”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 1o; Lei n. 6.435, 1977, Art. 14, grifo meu)

”As entidades abertas de previdência privada serão organizadas como: **sociedades anônimas**, quanto tiverem fins lucrativos; **sociedades civis**, quando sem fins lucrativos.”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 4o., (paragrafo)), grifo meu)

”As entidades abertas integram-se no **Sistema Nacional de Seguros Privados.**”(Decreto, 81.402, 1978, Art. 6o; Lei n. 6.435, 1977, Art. 7o., grifo meu)

”Aplica-se (...) às entidades abertas de previdência privada, no que couber, a **legislação de seguros privados.**”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 9o; Lei n. 6.435, 1977, Art. 10, grifo meu)

”Para garantia de todas as suas obrigações, as entidades abertas constituirão **reservas técnicas, fundos especiais e provisões**, de conformidade com os critérios fixados pelo órgão normativo do Sistema Nacional de Seguros Privados, além das reservas e fundos determinados em leis especiais. As **aplicações** decorrentes (...)

serão feitas **conforme diretrizes estabelecidas pelo Conselho Monetário Nacional.**”(Lei n. 6.45, 1977, Art. 15, *Caput* e (paragrafo) 1o.; Decreto n. 81.402, 1978, Art. 23, *Caput* e (paragrafo) 1o., grifo meu)

”Os **bens garantidores das reservas técnicas, fundos e provisões** serão **registrados na SUSEP**, e não poderão ser alienados, prometidos alienar ou de qualquer forma gravados sem sua prévia e expressa autorização, sendo nulas de pleno direito, quaisquer operações realizadas com violação do disposto (...) aqui. ”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 24, grifo meu)

”Sempre que ocorrer insuficiência de cobertura, ou **inadequada aplicação das reservas técnicas, fundos especiais ou provisões**, ou anomalias graves, no setor administrativo de qualquer entidade aberta de previdência privada, a critério da SUSEP, poderá esta nomear, por prazo determinado, um **Diretor-Fiscal**, com as atribuições e vantagens que, em cada caso, forem fixadas pelo CNSP. ”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 59, grifo meu)

”Serão aplicadas **multas** pecuniárias às entidades abertas de previdência privada que: deixarem de constituir ou constituírem inadequadamente as reservas técnicas, fundos especiais e provisões garantidores das suas operações; fizerem **aplicações das reservas técnicas em desacordo com as diretrizes fixadas pelo Conselho Monetário Nacional.**”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 104, alíneas ”q” e ”l”, grifo meu)

”A inabilitação temporária ou permanente **para o exercício de cargo de direção** de entidade aberta de previdência privada e sociedade seguradora caberá quando houver reincidência nas transgressões previstas (...) acima.”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 107)

”Metade do capital realizado das entidades abertas de previdência privada constituirá permanentemente **garantia suplementar das reservas técnicas e sua aplicação será idêntida à dessas reservas.** ”(Decreto n. 81.402, 1978, Art. 21, (paragrafo 3o., grifo meu)

3.1.3 Entidades Fechadas

”**Entidades fechadas de Previdência Privada** são **sociedades civis** ou **fundações** criadas com o **objetivo** de instituir planos privados de concessão de

benefícios complementares ou assemelhados aos da Previdência Social, acessíveis aos empregados ou dirigentes de uma empresa ou de um grupo de empresas, as quais (...) serão denominadas **patrocinadoras**.”(Decreto n. 81.240, 1978, Art. 1o; Lei n. 6435, 1977, Art. 39, grifo meu)

”As entidades fechadas não poderão ter **fins lucrativos**.”(Lei n. 6.435, 1977, Art. 4o., (paragrafo) 1o., grifo meu)

”As entidades fechadas consideram-se complementares do **Sistema Oficial de Previdência e Assistência Social**, enquadrando-se suas atividades na área de competência do **Ministério da Previdência e Assistência Social - MPAS**.”(Decreto n. 81.240, 1978, Art. 3o., Lei n. 6.435, 1977, Art. 34, grifo meu)

”As entidades fechadas serão **reguladas** pela legislação civil e **pela legislação de Previdência e Assistência Social**, no que lhes for aplicável.”(Decreto n. 81.240, 1978, Art. 4o; Lei n. 6.435, 1977, Art. 36, grifo meu)

”Para garantia de todas as suas obrigações, as entidades fechadas constituirão **reservas técnicas, fundos especiais e provisões** em conformidade com os critérios fixados pelo órgão normativo do Ministério da Previdência e Assistência Social, além das reservas e fundos determinados em leis especiais. As **aplicações** decorrentes (...) serão feitas **conforme diretrizes estabelecidas pelo Conselho Monetário Nacional**.”(Lei n. 6.45, 1977, Art. 40, **Caput** e (paragrafo) 1o.; Decreto n. 81.240, 1978, Art. 12, *Caput* e (paragrafo) 1o, grifo meu)

”As entidades fechadas, inclusive as que sejam de patrocinadoras empresas públicas, sociedades de economia mista e fundações vinculadas à Administração Pública, poderão **aplicar parte de suas reservas** no atendimento de **empréstimos e financiamentos** de qualquer tipo **aos próprios participantes**, desde que atendam à remuneração do capital estabelecida para a espécie. ”(Decreto n. 81.240, 1978, Art. 32, grifo meu)

3.2 A Regulamentação sobre o Ponto de Vista do Governo

Em [23], é feita uma avaliação, sob o ponto de vista do governo, sobre a regulamentação das aplicações das Fundações de Seguridade, ou mais precisamente, da Resolução n. 460/78 do CMN.

O autor lembra que o crescimento da poupança nacional e o processo de acumulação de capital estão diretamente relacionados a um sistema financeiro organizado e eficiente e constata que as autoridades econômicas brasileiras, além de criarem incentivos fiscais para motivarem a poupança de segmentos superavitários da sociedade, também promoviam, no final da década de 1970, a criação de investidores institucionais, com o objetivo de incentivar o crescimento da taxa de poupança interna e orientar estes recursos para o desenvolvimento sócio-econômico, apoiando a capitalização da empresa privada doméstica. A perseguição desse objetivo pelas autoridades econômicas nacionais permitiu um significativo fortalecimento de nosso mercado de capitais.

A resolução n. 338/75 do CMN, que regula as aplicações das Reservas Técnicas das Sociedades Seguradoras e a Lei n. 6.435/77, que cria as Entidades de Previdência Privada são exemplos do governo no sentido de consolidar um mercado de capitais forte e utilizá-lo em suas políticas de desenvolvimento e controle da inflação.

O autor ainda ilustra, na seção acerca das responsabilidades do administrador das reservas técnicas, que o ERISA/74¹ apenas recomenda que seu comportamento seja o de um "homem prudente" no manuseio dos recursos de terceiros e cita um presidente da CVM à época que a resolução 460/78 seria a "Regra do Homem Prudente" do Brasil.

O principal risco numa Fundação é uma medida da probabilidade que a Taxa Atuarial mínima não seja obtida e, sendo assim, o gestor que atuar de forma a minimizar este risco estará se comportando de maneira prudente. Não seria por imposição governamental, mas sim pela necessidade de manutenção do plano atuarial

¹ERISA (*The Employee Retirement Income Security Act of 1974*) é um estatuto federal americano que estabelece padrões mínimos para planos de pensão na indústria privada. Ele foi criado para proteger os interesses dos participantes e seus beneficiários através da obrigação da abertura das informações financeiras dos planos, estabelecendo padrões de conduta e acesso às cortes federais

saudável que as reservas técnicas devem ser aplicadas em atividades produtivas que gerem os retornos necessários ao pagamento dos benefícios no longo prazo.

"É sabido que a minimização de Riscos envolve diversificação inteligente. E a Resolução 460 permite, com elevado grau de liberdade, uma diversificação adequada. O que não se poderia permitir, dada a sua recente institucionalização e às elevadas taxas atuariais da maioria das Entidades Fechadas de Previdência Privada, é que total liberdade de aplicação fosse dada ao gestor." -- Mendonça Netto

Na época, segundo o autor, era ainda limitada a figura do administrador profissional de recursos de Fundações e ainda pequena a experiência de muitos profissionais à administração das reservas. Além disso, justifica que, no estágio em que se encontrava o desenvolvimento da economia brasileira, o governo se via obrigado, de tempos em tempos, a tomar decisões que afetavam significativamente as rentabilidades de várias modalidades de investimento e a Resolução n. 460/78 do CMN forneceria um amortecedor contra essas variações.

Uma análise da Resolução mostra que o elenco de aplicações é bem diversificado: ações e debêntures de emissão de companhias abertas; quotas de fundos de investimento; CDB; letras de câmbio e imobiliárias; imóveis; empréstimos aos participantes; e títulos públicos. Dados os limites mínimos e máximos, podemos concluir que as combinações possíveis (estratégias de investimento) são satisfatórias, respeitadas as necessidades de segurança, liquidez e rentabilidade. -- Mendonça Netto

O autor ainda adiciona que, com os volumes crescentes de suas aplicações, as entidades privadas de previdência adquiriam importância cada vez maior no Mercado

de Valores Mobiliários, gerando manifestações, por parte dos outros participantes do mercado, no sentido de requerer melhores regras de *disclosure*² para as Fundações. Como os incentivos fiscais oferecidos aos Fundos Fiscais 157 e aos Fundos Mútuos de Investimentos eram o principal argumento em prol da política de *full disclosure* deles exigida, e como as Fundações dispunham de total dedutibilidade das contribuições e das receitas obtidas, a Resolução n. 460/78 do CMN, ao estabelecer limites para as diversas modalidades de aplicação, protegeria as Fundações contra a utilização das informações fornecidas sobre suas carteiras pelos outros investidores.

3.3 Regulamentação no Mundo

A atuação do Governo deve ter por objetivo a proteção do patrimônio dos trabalhadores, a maior transparência da administração e ainda, no caso de países onde os sistemas financeiros são pouco desenvolvidos ou incompletos em determinados segmentos, a utilização dos recursos dos Fundos de Pensão para objetivos econômicos e sociais mais gerais, como o estímulo do crescimento econômico. Geralmente a regulamentação procura separar o patrimônio do Fundo do patrimônio da administradora e busca diversificar as aplicações com o intuito de diminuir o risco[11][24].

"A análise da experiência internacional - Bodie (1989) - nos revela que, em geral, a aplicação dos recursos dos fundos de pensão é regulamentada e fiscalizada pelo Governo. Esta regulamentação se justifica pelo fato do patrimônio dos fundos não se constituir em recursos de seus administradores ou de empresas patrocinadoras, mas sim de um grande número de trabalhadores, cuja renda futura depende do que é feito com estes recursos, e que, a nível individual, não têm controle sobre a administração destes." -- Esquef

²*Disclosure* é a obrigação que têm todas as empresas que lançam títulos no mercado de revelar as informações relevantes de sua situação econômico-financeira aos investidores potenciais.

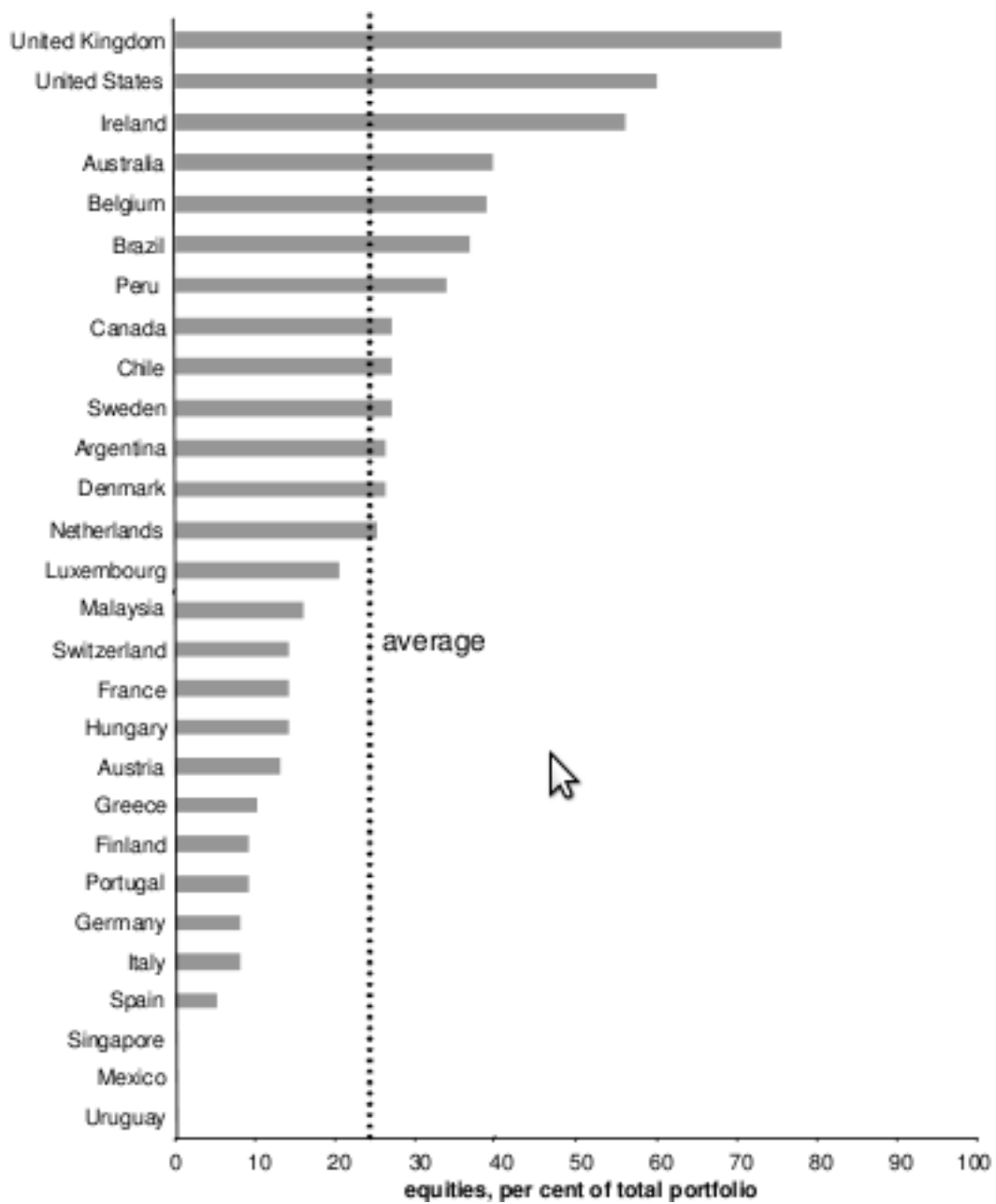


Figura 3.1: Investimentos em Renda Variável em percentual das carteiras dos fundos de pensão. [1][2][3][4][5]

Nos Estados Unidos, apesar do aumento da segurança das aplicações para garantir os benefícios futuros estar entre os três objetivos pelos quais se pautou o ERISA, observa-se que sua regulamentação é bastante flexível quanto à aplicação de recursos, não estipulando limites a serem obedecidos na formação das carteiras dos Fundos.

Inúmeros escândalos, como o da Enron e as crises de 2001 e 2008, fazem com que os gestores de pensões americanas, apesarem de ainda funcionarem no modelo do "Homem Prudente", criem regras próprias, baseando-se no Acordo de Baleiléia II³

Porém, nos Estados Unidos, aproximadamente metade das pensões providas pelos empregados são agora do chamado contribuição definida, chamado de esquema *401(k)*⁴. Este esquema cobre aproximadamente 37 milhões de trabalhadores [25] e representa 39% dos totais de membros dos fundos de pensões, 29% dos ativos e 53% das novas contribuições. Tipicamente o empregador seleciona algumas opções de investimentos no *401(k)*, normalmente amplas, incluindo ativos, títulos e fundos mútuos.

Nos países que adotam o modelo de "Homem Prudente", as regulações são feitas com os limites sobre:

- **Por tipo de ativo** - um teto sobre na proporção de tipos de ativos na carteira (exemplo, renda variável até 40%);
- **Por concetração** - um teto sobre a proporção da emissão de uma companhia;
- **Por emissor** - um teto sobre ativos emitidos pela mesma instituição;
- **Por ativo** - um teto sobre a proporção de ativos individuais da carteira;
- **Por risco** - o risco mínimo aceitável para ativos.

A maioria dos países da Europa adotam os últimos quatro limites da lista acima, complementado com regras sobre a alocação que são classificadas como "relaxadas" ou "Draconianas", a primeira sendo mais próxima do "Homem Prudente".

³O Acordo de Basiléia II são recomendações de regulações e leis bancárias, com objetivo de criar uma regulação base para o controle de risco de bancos e do sistema financeiro de maneira geral.

⁴401(k) refere-se a cláusula relevante da legislação do imposto de renda americano

Na classificação "Draconiana", os países impõem limites normalmente tendo um mínimo em títulos públicos, um máximo sobre ativos de renda variável e sobre investimentos no estrangeiro, como na Dinamarca, França, Alemanha, Japão, Noruega, Portugal e Suíça.

Na América Latina, em todos os países há uma forte regulação, sobre tipo de ativo, concentração, emissor, ativo e risco, e uma abordagem "Draconiana" sobre a alocação de ativos. Por exemplo, no Chile, somente ativos de renda fixa com *rating* BBB ou superior são permitidos e somente um conjunto de ações definidas (principalmente *blue chips*) podem ser comprados.

Resultados empíricos até 1998 [25], mostram que em países que não adotam regulação têm retornos maiores nas carteiras do que nos outros países, como ilustrado na figura 3.2. Porém, este retorno ignora o risco ao qual estas carteiras estão expostas.

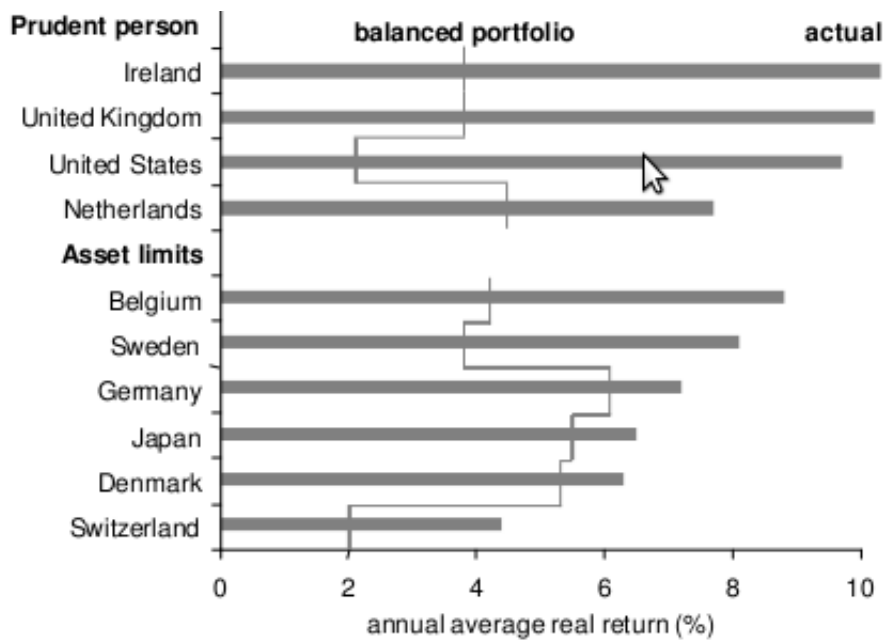


Figura 3.2: Retornos de fundos de pensão e em carteiras balanceadas. [6][7]

De fato, em 2008, os fundos de pensão perderam globalmente em média 19% [26]. Porém, países que adotam uma regulação na alocação de ativos tiveram queda menor, como por exemplo na Suíça (queda foi de 13,25%), Finlândia (queda de 14%) e Alemanha, que teve ganho em suas carteiras em função da elevada exposição a títulos.

Capítulo 4

Fundamentação Matemática em Programação Estocástica

4.1 Introdução

Problemas de otimização geralmente tratam com parâmetros considerados números fixos conhecidos. No entanto, em muitas situações práticas, somente conhecemos a natureza estocástica dos coeficientes (por exemplo: demanda, capacidade, custo, etc.), daí surgem os Modelos de Otimização Estocástica.

Neste caso, o procedimento mais comum seria substituir cada parâmetro aleatório do modelo por seu valor esperado correspondente e, então, resolver o problema de Programação Matemática resultante. No entanto, tal método pode gerar uma solução "estatisticamente inviável", o que pode ser comprovado através dos exemplos apresentados em [27].

Exemplo

Seja o seguinte problema de programação linear:

$$\begin{aligned}
\min \quad & z = x_1 + 2x_2 \\
\text{s.a.} \quad & \\
a_1x_1 + 2x_2 & \geq 4 \\
a_2x_1 + x_2 & \geq 3 \\
x_1, x_2 & \geq 0
\end{aligned}$$

onde (a_1, a_2) é um vetor cujos elementos são variáveis aleatórias independentes com distribuições uniformes dadas por $a_1 \sim U[0, 4]$ e $a_2 \sim [1, 3]$. Aplicando o conceito de valor esperado, temos

$$\mathbb{E}(a_1) = \frac{1}{4} \int_0^4 a_1 da_1 = 2 \quad (4.1)$$

$$\mathbb{E}(a_2) = \frac{1}{3} \int_1^4 a_2 da_2 = 2 \quad (4.2)$$

substituindo estes valores no problema original

$$\begin{aligned}
\min \quad & z = x_1 + 2x_2 \\
\text{s.a.} \quad & \\
2x_1 + 2x_2 & \geq 4 \\
2x_1 + x_2 & \geq 3 \\
x_1, x_2 & \geq 0
\end{aligned}$$

que tem solução ótima dada por $(x_1^*, x_2^*) = (1, 1)$. Se tentarmos verificar até que ponto a solução do problema acima é viável com relação ao problema original, teremos a seguinte probabilidade:

$$\mathbb{P}\{(a_1, a_2) \mid a_1x_1^* + 2x_2^* \geq 4 \text{ e } a_2x_1^* + x_2^* \geq 3\} = \quad (4.3)$$

$$= \mathbb{P}\{(a_1, a_2) \mid a_1 \geq 2 \text{ e } a_2 \geq 2\} \quad (4.4)$$

$$= \mathbb{P}\{a_1 \geq 2\} \cdot \mathbb{P}\{a_2 \geq 2\} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \quad (4.5)$$

Portanto, podemos dizer que a solução do problema original tem probabilidade 0,75 de ser inviável. Assim a implementação de uma solução obtida por esse processo pode ser desastrosa.

4.2 Problemas de Programação Estocástica

Essencialmente, existem dois tipos de modelos em programação estocástica, o modelo "Passivo" e o modelo "Ativo".

As formulações que seguem o modelo passivo, também chamado de "espere e veja", são baseadas na hipótese de que temos condições de esperar pela realização das variáveis aleatórias e tomar decisões com informação completa sobre tal realização, isto é, se $(\hat{A}, \hat{b}, \hat{c})$ é uma realização do vetor aleatório (A, b, c) , temos que resolver o programa linear abaixo:

$$\begin{aligned} \min \quad & z = \hat{c}'x & (4.6) \\ \text{s.a.} \quad & \\ & \hat{A}x \leq \hat{b} \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

Neste caso, estaríamos preocupados com duas questões:

- Qual é a esperança do valor ótimo da equação 4.6?
- Qual é a variância deste valor ótimo?

Em geral, o interesse será na distribuição de probabilidade do valor ótimo da equação 4.6.

Quando uma decisão sobre x tem que ser tomada antes ou, pelo menos, sem o conhecimento da realização das variáveis aleatórias, então estamos diante do modelo ativo, também conhecido como "aqui e agora".

Uma decisão sobre x é uma medida de probabilidade \mathbb{P}_x sobre um espaço de Borel $X \subset \mathcal{R}$ (por exemplo, $\{x \mid x \leq b\}$). Uma interpretação prática de uma decisão é a hipótese de que quase sempre tomamos nossa decisão com os x 's resultado de uma simulação Monte-Carlo da distribuição de probabilidade \mathbb{P}_x escolhida.

Os modelos que utilizam as formulações de Programação Estocástica com Recursividade e Programação com Restrições Probabilísticas se encaixam na abordagem "aqui e agora", enquanto os problemas de distribuição seguem o modelo "espere e veja".

4.3 Abordagem "Espere e Veja"

Em [28] é dado um excelente exemplo de abordagem de programação estocástica do tipo "Espere e Veja".

Seja a seguinte situação: um fazendeiro consultou um engenheiro agrônomo que recomendou 7 g de um nutriente A e 4 g de um nutriente B para cada 100 m^2 de terra. O fazendeiro dispõe de dois tipos de adubo. Cada kg do primeiro adubo possui ω_1 g do nutriente A e ω_2 g do nutriente B. Cada kg do segundo adubo, por sua vez, possui 1 g de cada nutriente. Os custos de compra dos dois adubos são iguais: uma unidade monetária por kg. As quantidades ω_1 e ω_2 são incertas: o fabricante dos adubos garante que elas são variáveis aleatórias independentes, uniformemente distribuídas e com suportes nos intervalos $[1, 4]$ e $[\frac{1}{3}, 1]$, respectivamente. O problema (da mistura) é então decidir o quanto comprar de cada adubo para atender a necessidade de nutrientes em 100 m^2 de terra minimizando o custo de compra:

$$\begin{aligned}
 \min \quad & x_1 + x_2 && (4.7) \\
 \text{s.a.} \quad & && \\
 \omega_1 x_1 + x_2 & \geq 7 \\
 \omega_2 x_1 + x_2 & \geq 4 \\
 x_1, x_2 & \geq 0
 \end{aligned}$$

Note que o conjunto admissível deste programa linear depende dos valores dos coeficientes ω_1 e ω_2 .

Utilizando a abordagem "Espere e Veja", supõe-se que o agente de decisão possa fazer a escolha dos valores de $x = (x_1, x_2)$ depois da realização de $\omega = (\omega_1, \omega_2)$. Desta maneira, o problema da figura 4.8 pode ser considerado um programa linear paramétrico: as soluções ótimas e o valor ótimo são calculados em função de ω . Por

exemplo:

- (a) Para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (1, \frac{1}{3})$, o conjunto admissível correspondente é o apresentado na equação 4.1 e a solução ótima é

$$x^*(\omega) = x^*\left(1, \frac{1}{3}\right) = \left(x_1^*\left(1, \frac{1}{3}\right), x_2^*\left(1, \frac{1}{3}\right)\right) = \left(\frac{9}{2}, \frac{5}{2}\right) \quad (4.8)$$

e o valor ótimo é $v^*\left(1, \frac{1}{3}\right) = x_1^*\left(1, \frac{1}{3}\right) + x_2^*\left(1, \frac{1}{3}\right) = 7$.

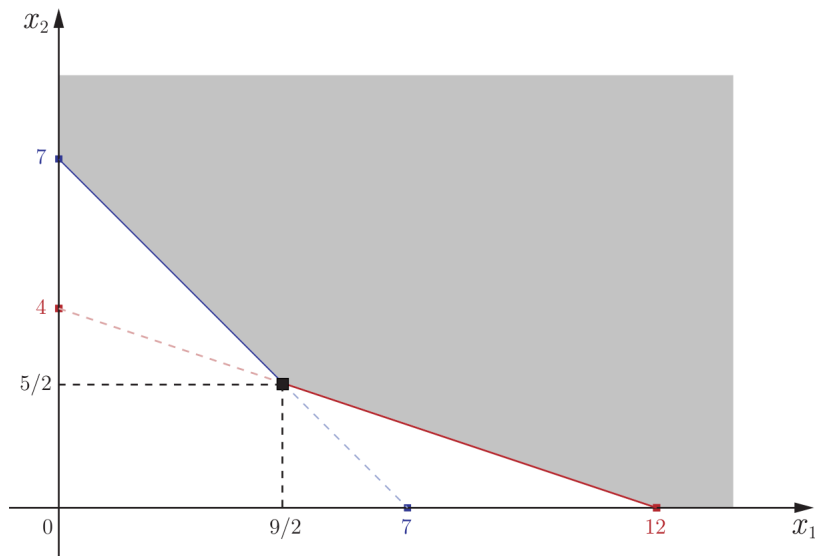


Figura 4.1: Conjunto admissível do problema da mistura para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (1, \frac{1}{3})$.

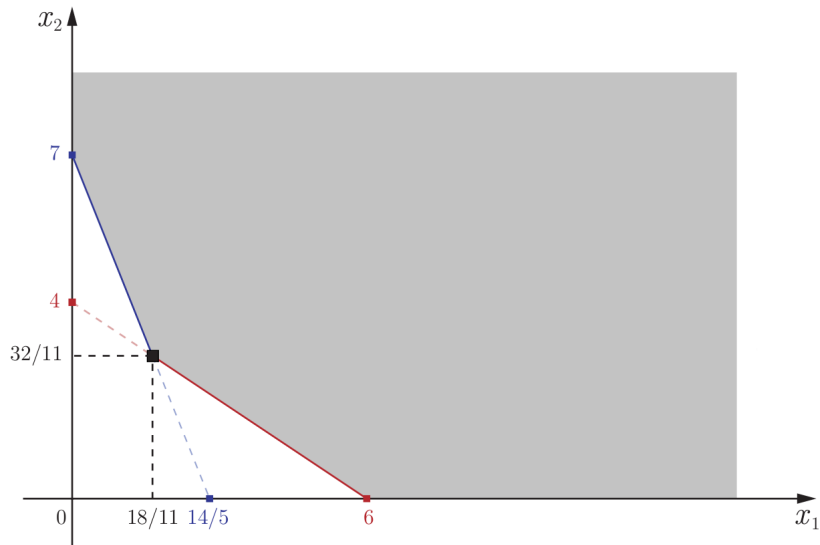


Figura 4.2: Conjunto admissível do problema da mistura para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (\frac{5}{2}, \frac{2}{3})$.

(b) Para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = \left(\frac{5}{2}, \frac{2}{3}\right)$, o conjunto admissível correspondente é o apresentado na figura 4.2 e a solução ótima é

$$x^*(\omega) = x^*\left(\frac{5}{2}, \frac{2}{3}\right) = \left(x_1^*\left(\frac{5}{2}, \frac{2}{3}\right), x_2^*\left(\frac{5}{2}, \frac{2}{3}\right)\right) = \left(\frac{18}{11}, \frac{31}{11}\right) \quad (4.9)$$

e o valor ótimo é $v^*\left(\frac{5}{2}, \frac{2}{3}\right) = x_1^*\left(\frac{5}{2}, \frac{2}{3}\right) + x_2^*\left(\frac{5}{2}, \frac{2}{3}\right) = \frac{50}{11} = 4,54\dots$

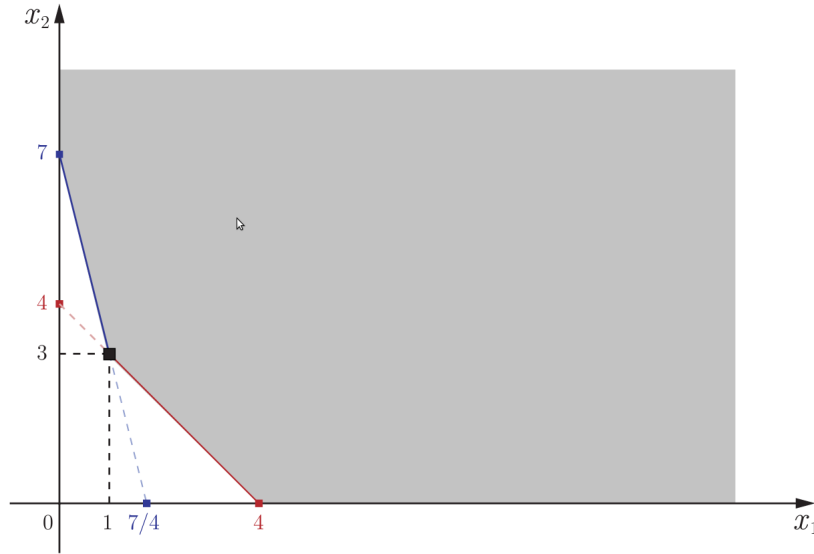


Figura 4.3: Conjunto admissível do problema da mistura para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (4, 1)$.

(c) Para $\omega = (\omega_1, \omega_2) = (4, 1)$, o conjunto admissível correspondente é o apresentado na figura 4.3 e a solução ótima é

$$x^*(\omega) = x^*(4, 1) = (x_1^*(4, 1), x_2^*(4, 1)) = (1, 3) \quad (4.10)$$

e o valor ótimo é $v^*(4, 1) = x_1^*(4, 1) + x_2^*(4, 1) = 4$.

De fato, é possível mostrar que a solução ótima do problema 4.8 para $(\omega_1, \omega_2) \in \Omega = [1, 4] \times \left[\frac{1}{3}, 1\right]$ é dada por

$$(x_1^*(\omega_1, \omega_2), x_2^*(\omega_1, \omega_2)) = \begin{cases} \left(\frac{3}{\omega_1 - \omega_2}, \frac{4\omega_1 - 7\omega_2}{\omega_1 - \omega_2}\right) & \text{se } \frac{7}{\omega_1} \leq \frac{4}{\omega_2}, \\ \left(\frac{7}{\omega_1}, 0\right) & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (4.11)$$

e que o valor ótimo associado é dado por

$$v^*((x_1^*(\omega_1, \omega_2), x_2^*(\omega_1, \omega_2))) = \begin{cases} \left(\frac{3+4\omega_1-7\omega_2}{\omega_1-\omega_2}\right) & \text{se } \frac{7}{\omega_1} \leq \frac{4}{\omega_2}, \\ \left(\frac{7}{\omega_1}\right) & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (4.12)$$

A partir destas expressões, o agente de decisão pode então calcular as distribuições de $x^* = (x_1^*(\omega_1, \omega_2), x_2^*(\omega_1, \omega_2))$ e $v^*((x_1^*(\omega_1, \omega_2), x_2^*(\omega_1, \omega_2)))$ e suas características como média, variância, etc.

4.4 Problemas com Restrições Probabilísticas

A formulação do problema da equação 4.6 com restrições probabilísticas é a seguinte:

$$\begin{aligned} \min \quad & z = \mathbb{E}(\hat{c}'x) & (4.13) \\ \text{s.a.} \quad & \\ \mathbb{P}\{\hat{A}'x \leq \beta_i\} & \geq \alpha_i, \forall i \\ x & \geq 0 \end{aligned}$$

Este modelo apresenta restrições não lineares determinísticas *implícitas* - chamadas de restrições de chance - sobre o vetor de decisão x , as quais especificam a satisfação das restrições aleatórias a *níveis de confiabilidade* α_i . O método requer que o vetor de decisão x seja escolhido "antes" que o vetor (A, b, c) seja realizado de tal forma que a probabilidade de violação subsequente da restrição envolvendo a i -ésima linha de a'_i de A e o coeficiente do lado direito de β_i correspondente não exceda um nível prescrito de $1 - \alpha_i$.

Quando A é fixa, as restrições de 4.14 podem ser expressas, em termos das funções de distribuição marginal F_{β_i} das componentes de b , como restrições com inequações lineares

$$Ax \leq \Phi \quad (4.14)$$

onde $\phi_i = \max\{\xi : F_{\beta_i} \leq 1 - \alpha_i\}$. Quando (A, b) segue uma distribuição normal multivariada, um procedimento semelhante o qual produz restrições (determinísticas) quadráticas envolvendo médias, covariâncias e a distribuição de probabilidade normal padrão é demonstrado em [29].

Em [30] é analisada a situação quando se tem uma única *restrição probabilística conjunta* $\mathbb{P}\{Ax \leq b\} \geq \alpha$, que estabelece um *sistema* de confiabilidade a nível α .

Em [17] e [28] é demonstrado o caso simples, e revisto mais adiante, quando há somente uma restrição probabilística $\mathbb{P}\{a_i^T x \leq b_i\} \geq \alpha$, para um i qualquer.

4.5 Problemas com Recursividade

Os problemas com recursividade são do tipo "aqui e agora", mas que aceitam uma inadmissibilidade penalizando desvios médios. Para isso, separasse as restrições dos problemas em rígidas (*hard constraints*) e flexíveis (*soft constraints*), que podem ser violadas, mas *não a qualquer preço*. Mais precisamente, considere o programa linear determinístico:

$$\min_{x \in X} \{cx \mid Ax = b \text{ e } Tx \sim h\} \quad (4.15)$$

onde

- $X = \{x \in \mathbb{R}^n \mid \underline{x} \geq x \geq \bar{x}\}$,
- $c \in \mathbb{R}^n$, A é uma matriz $\tilde{x} \times n$, $b \in \mathbb{R}^{\tilde{m}}$, T é uma matriz $m \times n$, $h \in \mathbb{R}^n$,
- $cx = \sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i$ e
- o símbolo \sim representa uma das relações $=, \leq$ e \geq (componente a componente).

Neste programa linear, consideraremos $Ax = b$ como restrições rígidas e $Tx \sim h$ como restrições flexíveis. Como antes, a idéia é penalizar os *desvios de meta* $z = h - Tx$ das restrições flexíveis através de uma *função de penalidade* $z \mapsto v(z)$ que é incorporada à função objetivo do problema de otimização original:

$$\min_{x \in X} \{cx + v(h - Tx) \mid Ax = b\} = \min_{x \in X} \{cx + v(z) \mid Ax = b \text{ e } Tx + z = h\} \quad (4.16)$$

A função de penalidade fornece uma medida do quanto se deve pagar pela violação das metas (restrições) $z \sim 0$ frente ao custo original cx . Existem várias maneiras de se especificar a função de penalidade v , o que torna o método flexível.

Seja a versão estocástica de 4.15

$$\min_{x \in X} \{cx \mid Ax = b \text{ e } T(\omega)x \sim h(\omega)\} \quad (4.17)$$

O agente de decisão deve fazer a escolha da variável x sem conhecer os valores de ω . Desta forma, as restrições estocástica $T(\omega)x \sim h(\omega)$ devem ser vistas como restrições flexíveis que serão ou não satisfeitas dependendo das realizações de ω . Os desvios correspondentes são, então, penalizados via uma função de penalidade com ações de recurso.

Aplicando então a estrutura de recurso, obtemos o assim denominado *modelo de recurso em dois estágios* para o problema 4.17:

$$\min_{x \in X} \{cx + \mathbb{E} \left[\min_{y \in Y} \{q(\omega)y \mid W(\omega)y \sim h(\omega) - T(\omega)x\} \right] \mid Ax = b\} \quad (4.18)$$

É possível obter uma formulação mais compacta 4.18, através da *função de penalidade via ações de recurso* (também denominada *função de valor do segundo estágio*)

$$v(z, \omega) = \min_{y \in Y} \{q(\omega)y \mid W(\omega)y \sim z\} \quad (4.19)$$

e da *função de custo de recurso mínimo esperado* (também denominada *função de valor esperado*)

$$\mathcal{Q}(x) = \mathbb{E}[v(h(\omega) - T(\omega)x, \omega)] \quad (4.20)$$

De fato, com estas funções, não é difícil de se ver que o problema 4.18 é equivalente a

$$\min_{x \in X} \{cx + \mathcal{Q}(x) \mid Ax = b\} \quad (4.21)$$

que é a notação tradicional para programação estocástica.

Capítulo 5

Método Proposto

5.1 Modelo Proposto

O principal problema do modelo de Markowitz de otimização de carteiras é encontrar a estimativa correta para o retorno esperado de um ativo. Não existem maneiras determinísticas e precisas para achar estes valores. Pela hipótese do mercado eficiente [31], se houvesse estimativa correta ou com risco determinado para o retorno de um ativo, o mercado imediatamente iria precificá-lo. Por isso, mesmo estimativas feitas por especialistas nos mercados dos ativos em questão têm divergências, que por vezes, são grandes e, não raro, tem realizações totalmente diferente das esperadas.

Por outro lado, as estimativas de volatilidade e da matriz de variância-covariância tem pouca variação, segundo prática do mercado financeiro.

Desta forma, para tentar um modelo mais preciso para a otimização de carteiras, transformaremos o enunciado original do modelo de Markowitz. Neste novo modelo, os retornos não serão parâmetros dados, mas sim variáveis aleatórias, normais. A média dessas variáveis será a média da estimativa dos retornos feitas por especialistas e utilizando a própria matriz de covariância dos retornos.

A transformação dos modelos são mostrados nas figuras 5.1 e 5.2. Em ambos os modelos, a variável r , que originalmente, era o retorno, agora passa a ser a variável aleatória ξ . A forma de resolução de cada modelo será mostrada nas subseções seguintes.

$$\begin{aligned}
& \min w^T \Sigma w \\
& \text{s.a.} \\
& \mathbb{P}(w^T \xi \geq \tilde{r}) \geq \alpha \\
& \|w\|_1 = 1 \\
& w^T e_i \geq 0, \forall i
\end{aligned}$$

Figura 5.1: Modelo para minimização de risco para dado nível de retorno \tilde{r} .

$$\begin{aligned}
& \max \{ \mathbb{E}(w^T \xi) \mid \mathbb{P}(w^T \xi \geq \tilde{r}) \geq \alpha \} \\
& \text{s.a.} \\
& w^T \Sigma w \leq \tilde{\rho} \\
& \|w\|_1 = 1 \\
& w^T e_i \geq 0, \forall i
\end{aligned}$$

Figura 5.2: Modelo para maximização do retorno para um dado nível de risco $\tilde{\rho}$.

5.1.1 Modelo Determinístico para o Problema de Minimização de Risco

Para resolver o modelo definido em 5.1, é necessário transformar a restrição probabilística. Inicialmente, definimos ψ da seguinte forma:

$$\psi = \frac{(\xi w - \mu^T w)}{\sqrt{w^T \Sigma w}} \quad (5.1)$$

ψ é uma variável aleatória de média zero e variância um, sendo referenciada como o retorno normalizado da carteira. Desta forma, temos:

$$\mathbb{P}(w^T \xi) = \mathbb{P}\left(\psi \geq \frac{\check{r} - \mu^T w}{\sqrt{w^T \Sigma w}}\right) \quad (5.2)$$

$$\mathbb{P}(w^T \xi) = 1 - F_{(w)}\left(\psi \geq \frac{\check{r} - \mu^T w}{\sqrt{w^T \Sigma w}}\right) \quad (5.3)$$

Onde $F_{(w)}$ é a distribuição de probabilidade cumulativa do retorno da carteira e $F_{(w)}^{-1}$ é a sua inversa. Note que a forma exata de F depende de w e tem sempre média zero e desvio padrão um.

Desta forma, podemos transformar a restrição probabilística em uma restrição determinística.

$$1 - F_{(w)}\left(\psi \geq \frac{\check{r} - \mu^T w}{\sqrt{w^T \Sigma w}}\right) \geq \alpha \quad (5.4)$$

$$F_{(w)}\left(\psi \geq \frac{\check{r} - \mu^T w}{\sqrt{w^T \Sigma w}}\right) \leq 1 - \alpha \quad (5.5)$$

$$\mu^T w + F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha)\sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r} \quad (5.6)$$

onde $F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha)$ é o $(1 - \alpha)$ -quantil de $F_{(w)}$.

Análise de Convexidade

Teorema 5.1.1. *Se $\alpha \in [0, 5; 1)$ e a distribuição de probabilidade de $\xi^T w$ é simétrica, o equivalente determinístico $\mu^T w + F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha)\sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r}$ da restrição de probabilidade é uma restrição cone de segunda ordem ¹*

1

$$\begin{aligned} \min \quad & w^T \Sigma w \\ \text{s.a.} \quad & \\ & \mu^T w + F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha) \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r} \end{aligned} \quad (5.7)$$

$$\begin{aligned} \|w\|_1 &= 1 \\ w_i^e &\geq 0, \forall i \end{aligned} \quad (5.8)$$

Figura 5.3: Modelo determinístico proposto para a minimização de risco.

Demonstração. A matrix de variância-covariância Σ é positiva semi-definida, e então a função $\sqrt{w^T \Sigma w}$ é convexa. Para mostrar que $\mu^T w + F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha) \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r}$ é uma restrição cone de segunda-ordem, cuja região viável é convexa, é somente necessário provar que a função $\mu^T w + F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha) \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r}$ é concava, que é o caso se $F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha)$ é menor ou igual a zero.

Como a distribuição de probabilidade de ξ é simétrica, a distribuição de probabilidade F da variável normalizada randômica ψ é simétrica centralmente.. Segue que $F_{(w)}(0) = 0,5$ ($F_{(w)}^{-1}(0,5) = 0$). Isto combinado com o fato que qualquer função de distribuição cumulativa aumenta, implica que $F_0^{-1}(1 - \alpha), \alpha \in [0, 5; 1)$ é pelo menos igual a zero, que realiza a prova. \square

Seja um cone de segunda ordem padrão de dimensão k definido como:

$$\mathcal{C}_k = \left\{ \begin{bmatrix} u \\ t \end{bmatrix} \mid u \in \mathbb{R}^{k-1}, t \in \mathbb{R}, \|u\| \leq t \right\} \quad (5.9)$$

então, uma restrição cone de segunda dimensão de dimensão k é definida como [32]:

$$\|Ax + b\| \leq c^T x + d \iff \begin{bmatrix} A \\ c^T \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} b \\ d \end{bmatrix} \in \mathcal{C}_k, \quad (5.10)$$

onde

$$x \in \mathbb{R}, A \in \mathbb{R}^{(k-1) \times n}, b \in \mathbb{R}^{k-1}, c \in \mathbb{R}^n, d \in \mathbb{R} \quad (5.11)$$

Aproximação do Quantil

O valor exato do $(1 - \alpha)$ -quantil de $F_{(w)}^{-1}(1 - \alpha)$ não pode ser derivado automaticamente, o que impede a derivação do equivalente determinístico exato. Desta forma, será utilizada uma aproximação. Aproximações são populares na literatura de otimização robusta [33] em diferentes em termos de seu conservadorismo.

Teorema 5.1.2. *A restrição cone de segunda-ordem $\mu^T w - \sqrt{\frac{1}{1-\alpha}} \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r}$ é uma aproximação válida para a restrição probabilística*

$$\mathbb{P}(\xi^T w \geq \check{r}) \geq \alpha \quad (5.12)$$

quando o retorno da carteira segue qualquer distribuição de probabilidade caracterizada pelos seus momentos μ e σ^2 .

Demonstração. Considere uma variável aleatória Y tal que $Y^T w = (2\mu^T - \xi^T)w$: $Y^T w$ tem a mesma média e variância de $\xi^T w$.

Aplicando a desigualdade de Chebychev, obtém-se

$$\mathbb{P}(Y^T w - \mu^T w > \mu^T w - \mu^T w - \check{r}) = \begin{cases} \frac{1}{1 + (\mu^T w - \check{r})^2 / (w^T \Sigma w)} = \frac{w^T \Sigma w}{w^T \Sigma w + (\mu^T w - \check{r})^2} & \text{se } \mu^T w \geq R, \\ 1 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (5.13)$$

Claramente,

$$\mathbb{P}(Y^T w - \mu^T w > \mu^T w - \mu^T w - \check{r}) = \mathbb{P}(\mu^T w - Y^T w < \check{r} - \mu^T w) \quad (5.14)$$

$$= \mathbb{P}(\xi^T w - \mu^T w < \check{r} - \mu^T w) \quad (5.15)$$

Este resultado, combinado com 5.13, implica que

$$\mathbb{P}(\xi^T w - \mu^T w < \check{r} - \mu^T w) \leq \frac{w^T \Sigma w}{w^T \Sigma w + (\mu^T w - \check{r})^2}, \quad (5.16)$$

$$1 - \mathbb{P}(\xi^T w - \mu^T w \geq \check{r} - \mu^T w) \leq \frac{w^T \Sigma w}{w^T \Sigma w + (\mu^T w - \check{r})^2}, \quad (5.17)$$

$$\mathbb{P}(\xi^T w - \mu^T w \geq \check{r} - \mu^T w) \leq 1 - \frac{w^T \Sigma w}{w^T \Sigma w + (\mu^T w - \check{r})^2} \quad (5.18)$$

Logo,

$$1 - \frac{w^T \Sigma w}{w^T \Sigma w + (\mu^T w - \check{r})^2} \geq \alpha \quad (5.19)$$

e 5.19 é suficiente para a condição 5.12 ser satisfeita. A expressão de 5.19 pode ser sucessivamente reescrita como

$$(1 - \alpha)(w^T \Sigma w + (\mu^T w - \check{r})^2) \geq w^T \Sigma w, \quad (5.20)$$

$$(1 - \alpha)(\mu^T w - \check{r})^2 \geq \alpha w^T \Sigma w, \quad (5.21)$$

$$\mu^T w - \sqrt{\frac{\alpha}{1 - \alpha}} \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r} \quad (5.22)$$

□

$$\begin{aligned} & \min \quad w^T \Sigma w \\ & \quad \text{s.a.} \\ & \mu^T w - \sqrt{\frac{1}{1 - \alpha}} \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r} \\ & \|w\|_1 = 1 \\ & w^T e_i \geq 0, \forall i \end{aligned} \quad (5.23)$$

Figura 5.4: Modelo determinístico para minimização de risco para dado nível de retorno \check{r} .

5.1.2 Modelo Determinístico para o Problema de Maximização do Retorno

Para resolver o modelo definido em 5.2, é necessário transformar a função objetivo:

$$\{ \mathbb{E}(w^T \xi) \mid \mathbb{P}(w^T \xi \geq \check{r}) \geq \alpha \} \quad (5.24)$$

Usando o teorema 5.1.2:

$$\{ \mathbb{E} (w^T \xi) \mid \mu^T w - \sqrt{\frac{1}{1-\alpha}} \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r} \} \quad (5.25)$$

$$\{ w^T \mu \mid \mu^T w - \sqrt{\frac{1}{1-\alpha}} \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \check{r} \} \quad (5.26)$$

E, então, o modelo final determinístico para a maximização fica:

$$\begin{aligned} \max \quad & \{ \mu^T w \mid \mu^T w - \sqrt{\frac{1}{1-\alpha}} \sqrt{w^T \Sigma w} \geq \tilde{r} \} \\ \text{s.a.} \quad & \\ w^T \Sigma w & \leq \rho \\ \|w\|_1 & = 1 \\ w^T e_i & \geq 0, \forall i \end{aligned}$$

5.2 Levantamento de Dados

Para a resolução do problema, é necessário levantar os parâmetros tanto para o problema de maximização, quanto para o problema de minimização. Os parâmetros são as estimativas dos retornos, a matriz de variância-covariância, α , \tilde{r} e $\tilde{\rho}$.

A simulação foi feita mês a mês, e portanto os parâmetros \tilde{r} e $\tilde{\rho}$, são definidos por mês. O α foi escolhido como 0,95, conforme utilizado normalmente no mercado financeiro para cálculos de risco. O \tilde{r} foi de será 6% + IPCA a.a., mensalizado, como também normalmente utilizado para rendimento atuarial. E $\tilde{\rho}$ foi estimado a partir de riscos de outras carteiras similares retiradas no mercado privado.

As estimativas dos retornos dos ativos de renda variável foi feita utilizando boletins de recomendação de carteiras por investidores, publicada na imprensa e em meios de grande divulgação na Internet, como o Valor Econômico, Gazeta Mercantil, sites como UOL e Terra e InfoMoney.

Para a estimativa de renda fixa foi utilizada o rendimento do mês imediatamente anterior do CDI. O mesma forma de estimativa foi feita para ativos imobiliários.

A matriz de variância-covariância foi calculada utilizando as séries históricas oficiais para precificação de carteiras de fundos de investimento. O método EWMA² [34], com $\lambda = 0,94$ foi utilizado para ajustar as séries de forma a dar mais peso para preços recentes. As seguintes fontes foram utilizadas, com suas devidas observações:

- **Renda Variável** - Série publicada na BOVESPA, utilizando diariamente

²Exponentially weighted moving average (EWMA) é um filtro que dá mais peso para dados recentes, fazendo um decaimento exponencial para dados mais antigos

o preço médio no fechamento. Cada preço será ajustado ao passado para proventos e eventos de custódia.

- **Renda Fixa** - Todo o mercado de Renda Fixa foi simulado utilizando a série de índice CDI publicada pela Andima diariamente. Mesmo para títulos privados (CDB), fundos FDIC, títulos pré-fixados, etc foi utilizada a série de CDI, visto que a diferença para o CDI é mínima em termos de retorno.
- **Imóveis** - Para o mercado de imóveis foi considerada a cotação dos fundos imobiliários da BOVESPA.
- **Derivativos** - Neste trabalho não foi utilizado nenhum derivativo.
- **Fundos de Investimentos** - Não foram utilizados. As carteiras equivalentes estão embutidas dentro da carteira principal.
- **Créditos Imobiliários e Financiamento de Imóveis** - Não foram considerados por falta de precificação consistente publicada.
- **Recebíveis Rurais** - Não foram considerados por falta de precificação consistente publicada.
- **Empréstimos a Participantes** - Não foram considerados por falta de precificação consistente publicada. Porém, o seu risco e retorno deve ser muito semelhante ao CDI.
- **Empréstimos de Ações** - Não foram considerados.
- **Dívida Externa e Fundos Cambiais** - Não foram considerados.
- **Taxas e Corretagens** - Não foi considerada nenhuma taxa de administração, custódia ou performance. Também não foi considerada nenhum tipo de corretagem.

5.3 Simulação

A simulação das carteiras foi feita para cada início de mês, no período compreendido entre 01/06/2007 e 01/01/2010. A cada início de mês, as seguintes carteiras são geradas:

- Carteira de Risco Mínimo, com retorno maior que $6\% + \text{IPCA a.a.}$ (Markowitz Padrão);
- Carteira de Retorno Máximo, com risco máximo igual a outros carteiras de previdência (Markowitz Padrão);
- Carteira de Risco Mínimo, utilizando retornos estocásticos ($\alpha = 0.95$), com retorno maior que $6\% + \text{IPCA a.a.}$;
- Carteira de Retorno Máximo, utilizando retornos estocásticos, com risco máximo igual a outros carteiras de previdência. O \tilde{r} e o risco foram respectivamente, $6\% + \text{IPCA a.a.}$ e o risco de carteiras de previdência.

Foi gerada uma combinação de carteiras dos seguintes tipos:

- Carteira "Simples", somente com Petrobrás (PETR4), um ativo de imobiliário escolhido ao acaso a priori (FAMB11) e CDI;
- Carteira "Completa", com todos os ativos possíveis que há recomendação (chegando ao máximo de 154 ativos no mês de junho de 2009);
- Carteira "Analista", que continha somente recomendação de analistas para ativos de renda variável, conforme descrito na seção anterior;
- Carteira "Passado", onde os retornos dos ativos de renda variável são estimados a partir do passado.

Para cada carteira, foi gerada uma com as restrições de regulação e outra sem tais restrições.

O método Newton[35] foi utilizado para realizar a otimização não-linear. Outros métodos foram tentados (BFGS[36][37][38], Hestenes-Stiefel [39], Polak-Ribiere [40][41], Daniel [42], Fletcher-Reeves [43], Conjugate Descendent [44], Liu-Storey [45], Dai-Yuan [46], Hager-Zhang [47]), porém foram numericamente muito instáveis e não trariam um ganho notável de performance.

As otimizações com restrições foram feitas utilizando simultaneamente Barreiras de Fração e Penalidade[35].

Devida a instabilidade numérica e, em alguns casos, dificuldade de achar o ponto mínimo e/ou um ponto viável de início, foi utilizada uma estratégia *multi-start*. Após

muitos testes, notou-se que os parâmetros que melhor ajudam neste problema foram os parâmetros para os métodos de minimização restrita e o valor do peso inicial do CDI.

Ainda sim, muita instabilidade numérica foi encontrada ao inverter a matriz no método de Newton, principalmente quando havia muitas variáveis. Então, a inversão foi feita sobre a matriz decomposta em valores singulares (SVD³ [48][49]). Apesar da decomposição feita a cada iteração não foi observado perda de performance da simulação.

Todas as simulações foram realizadas utilizando a ferramenta NLPToolbox[50]. Esta ferramenta é *open-source* e foi construída em Java. Todas as rotinas de suporte para levantamento de dados, filtragem, preparação de carteiras, cálculo de rentabilidade e risco foram feitas utilizando a linguagem Java, tendo com o o NLPToolbox como biblioteca, com a ajuda de *scripts* SQL.

Em alguns casos, caso o ponto inicial fosse inviável, automaticamente a simulação assume que a carteira deve ter 100% de CDI.

5.4 Mudanças na Ferramenta NLPToolbox

De forma a rodar a simulação, muitas mudanças foram necessárias à ferramenta NLPToolbox. As mudanças necessárias com relação a primeira versão foram:

- **Otimização Restrita** - Suporte completo a otimização restrita, com funções embutidas de penalização, penalização hiperbólica[51] e barreira, permitindo ainda uma completa parametrização destas;
- **Funções Embutidas** - Para problemas de larga-escala, como este, foi criadas algumas funções embutidas, de forma a minimizar o uso de CPU e de memória da simulação;
- **Funções Nativas** - Como o NLPToolbox suporta funções descritas, ao invés de programadas, a ferramenta não mais faz *parse* da função e sim gera nativamente (via **bytecode** do Java) a função a ser executada. Por causa da

³A decomposição SVD (*Singular Value Decomposition*), transforma uma matriz $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$ no produto de 3 matrizes $A = U\Sigma V^*$, onde $U \in \mathbb{C}^{m \times m}$ é uma matriz unitária, $\Sigma \in \mathbb{C}^{m \times n}$ é uma matriz diagonal e V^* é a transposta conjugada de uma matriz unitária $V \in \mathbb{C}^{n \times n}$

funcionalidade *hot-spot* do Java, esta função, em tempo de execução, é convertida em código nativo para a CPU sendo executada. Com isso, a função tem performance similar à mesma programada em linguagem de máquina ou linguagem C;

- **Decomposição** - Em problemas de larga escala, e até mesmo em problemas de escala menor, a estabilidade numérica torna-se bastante necessária. Para a simulação deste trabalho, foi embutida, de forma parametrizável, uma decomposição das matrizes utilizadas em SVD ou QR;
- **Multiplicação e Inversão de Matrizes** - A multiplicação de matrizes é o gargalo da simulação. De forma a acelerar a multiplicação e inversão de matrizes, a sua rotina foi substituída pela biblioteca Jama [52]. Outras bibliotecas poderiam ser "plugadas";
- **Cache de Funções** - Muitas funções são similares e são executadas com frequência, com resultados iguais para entradas iguais, ou mesmo entradas diferentes. Foi colocada na ferramenta um cache de funções, evitando execuções desnecessárias e lentas, aumentando a performance global.

Capítulo 6

Resultados e Discussões

6.1 Carteiras Geradas por Simulação

O resumo das carteiras geradas por simulação podem ser vistas a partir dos gráficos a seguir:

6.1.1 Carteiras "Simples"

Carteiras "Analista"

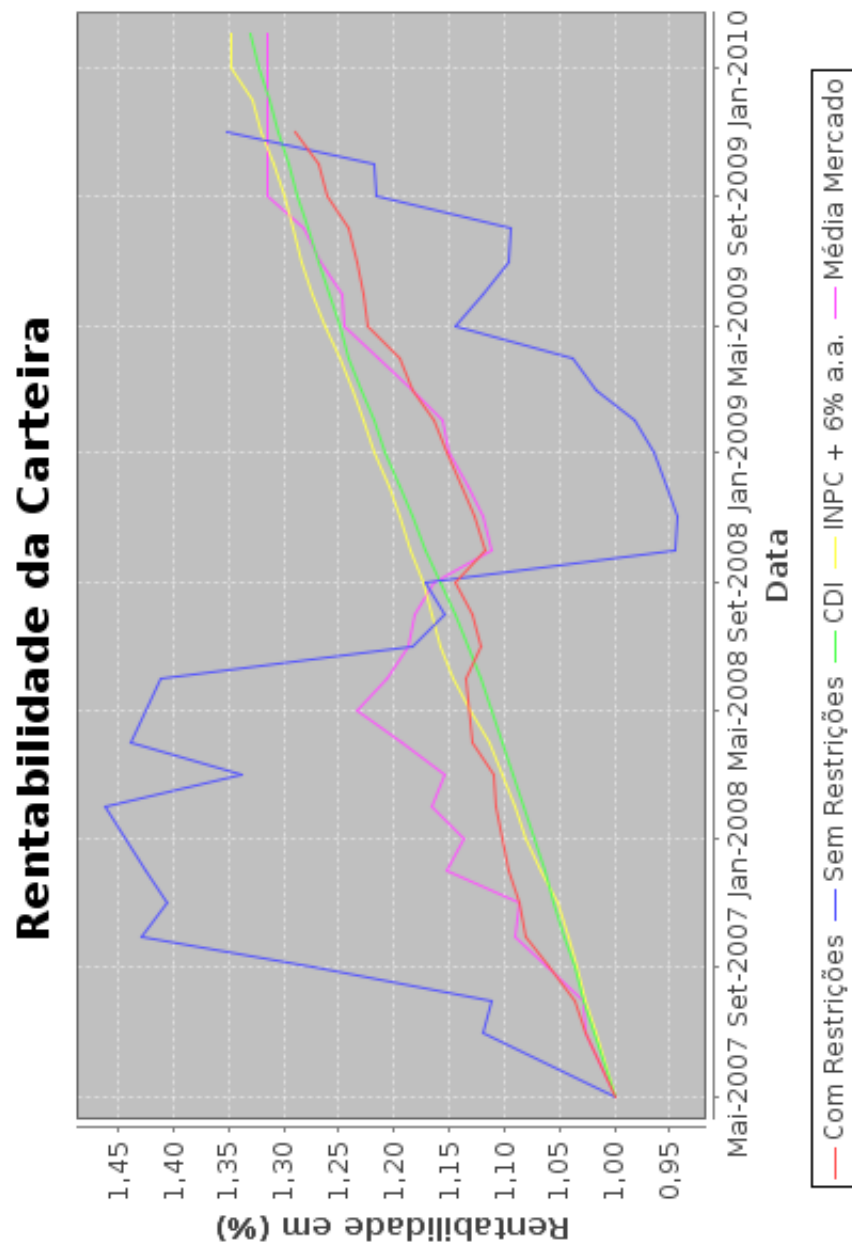


Figura 6.1: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.

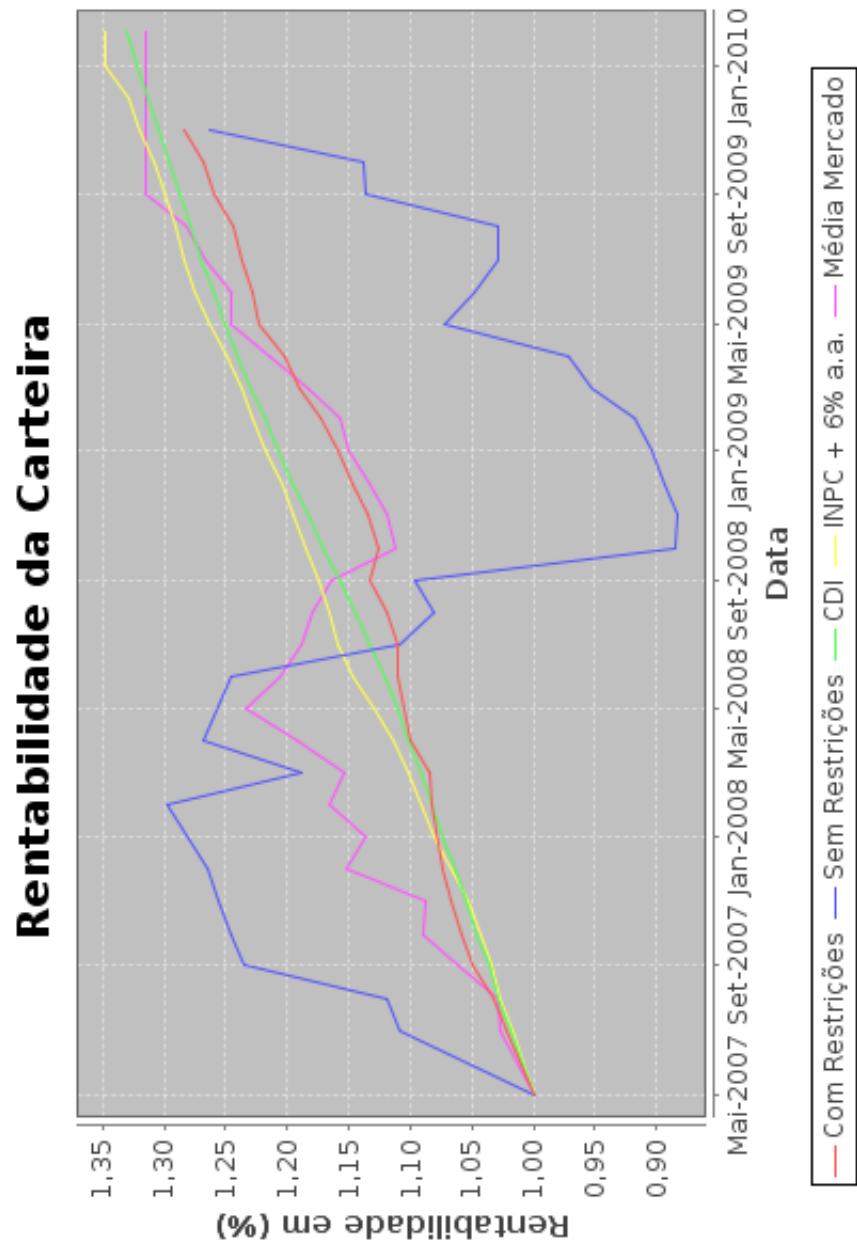


Figura 6.2: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico.

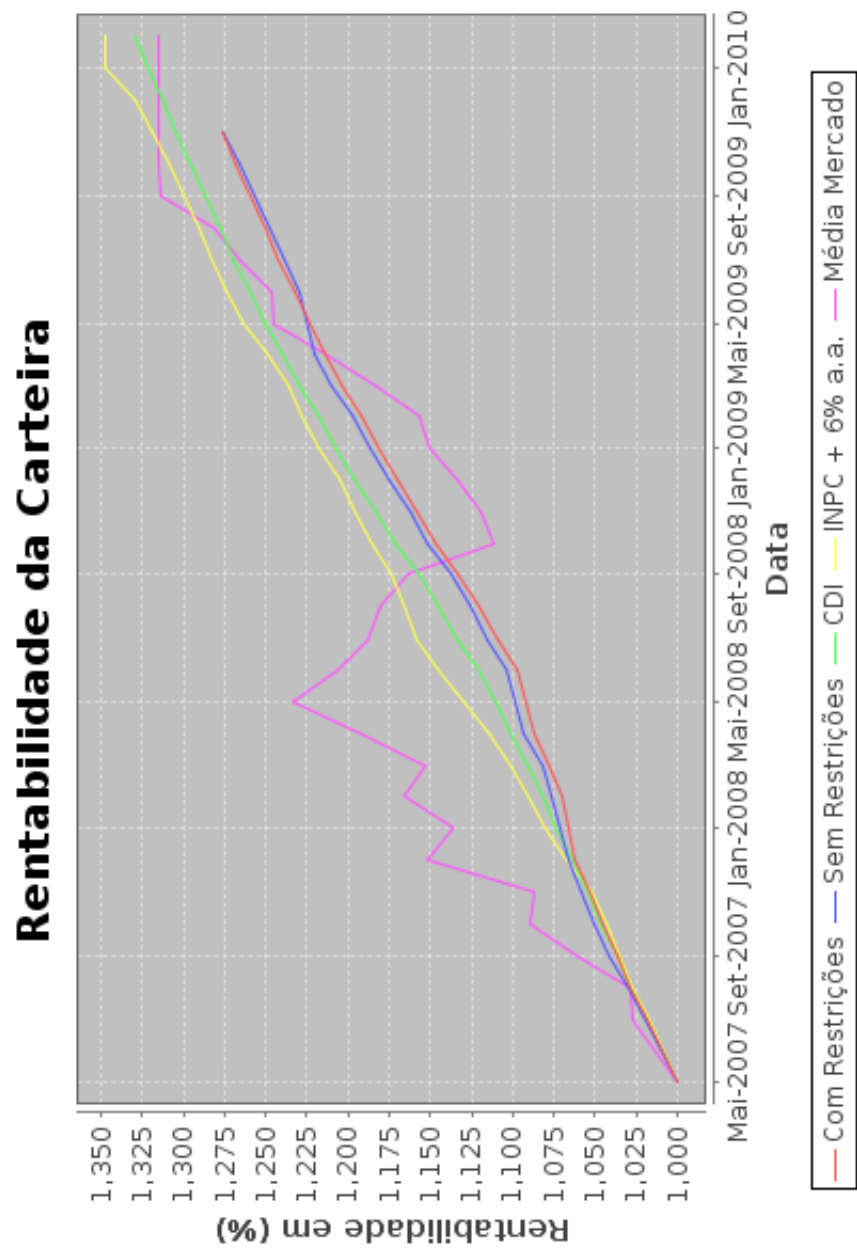


Figura 6.3: Resultado da Carteira de Minimização de Risco.

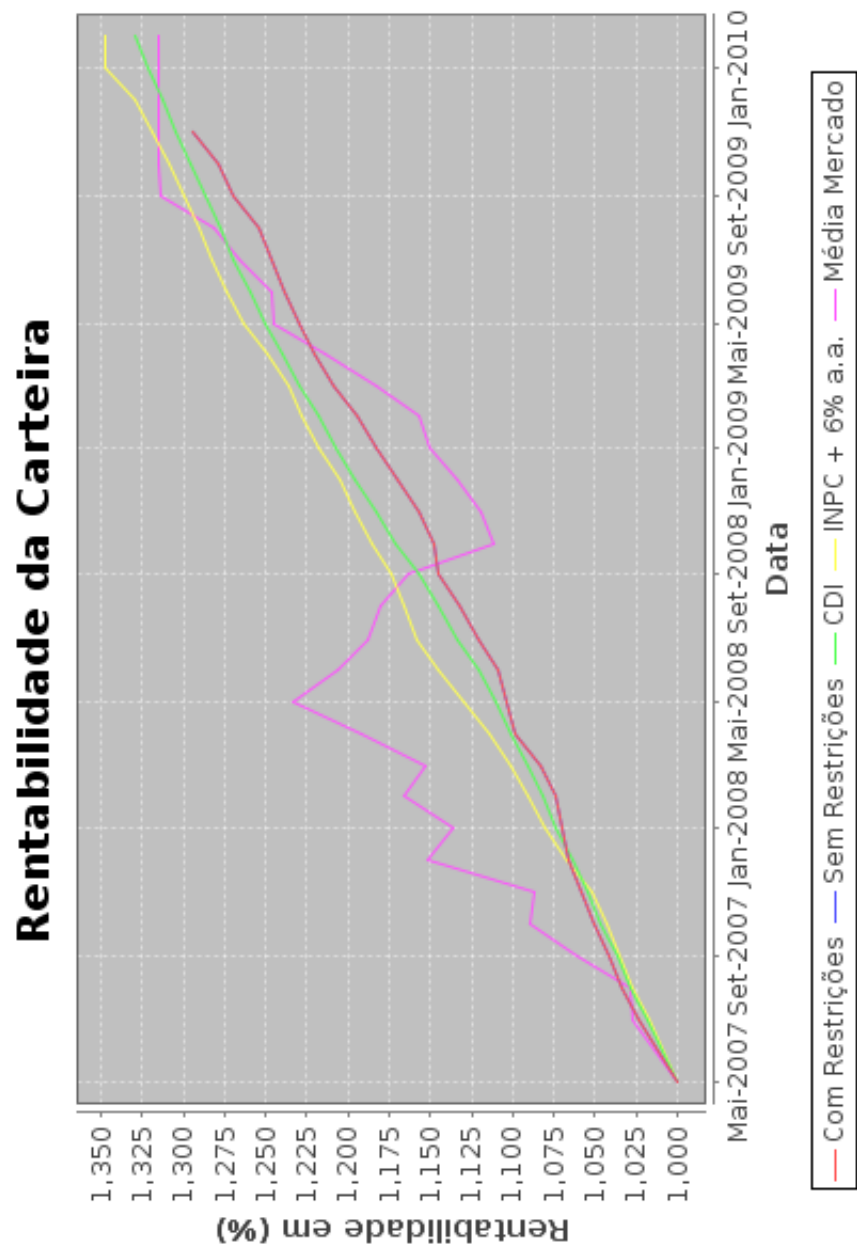


Figura 6.4: Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.

Carteiras "Passado"

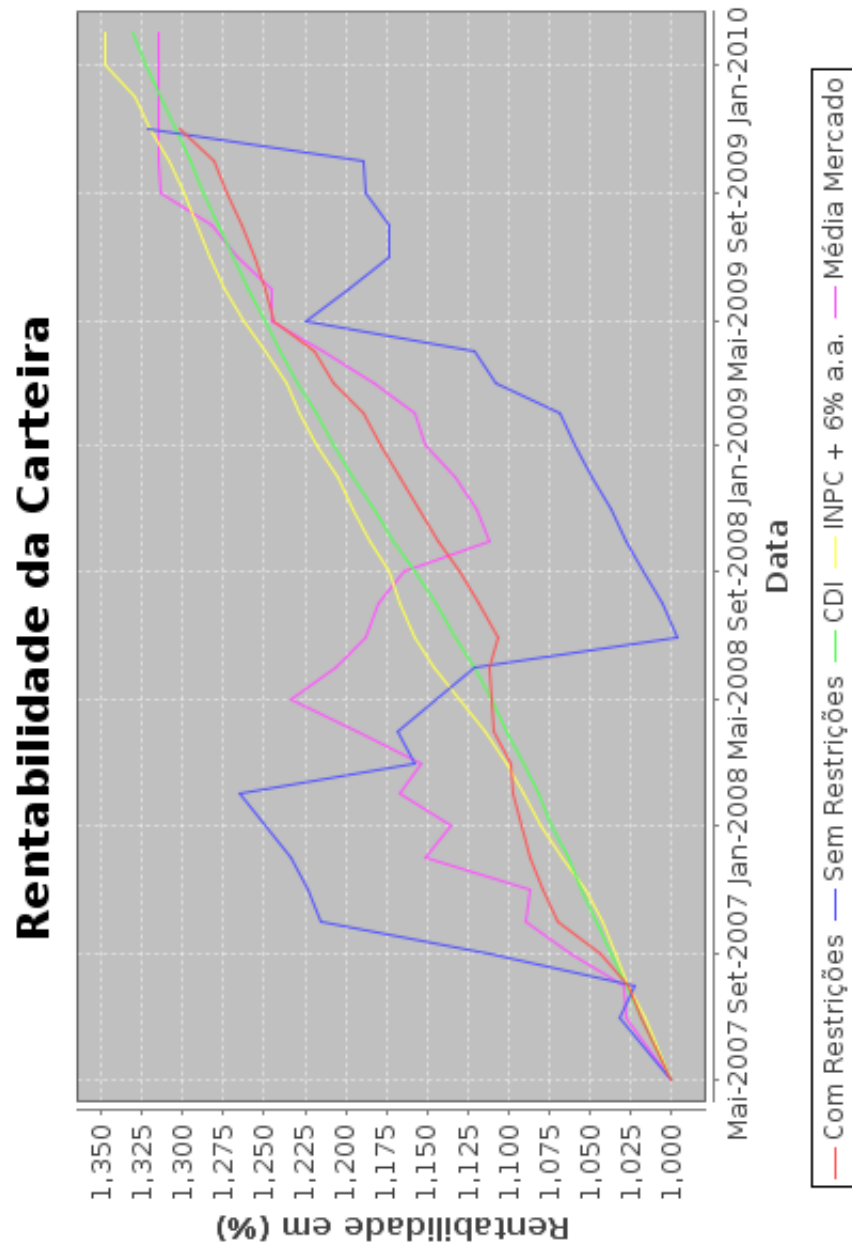


Figura 6.5: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.

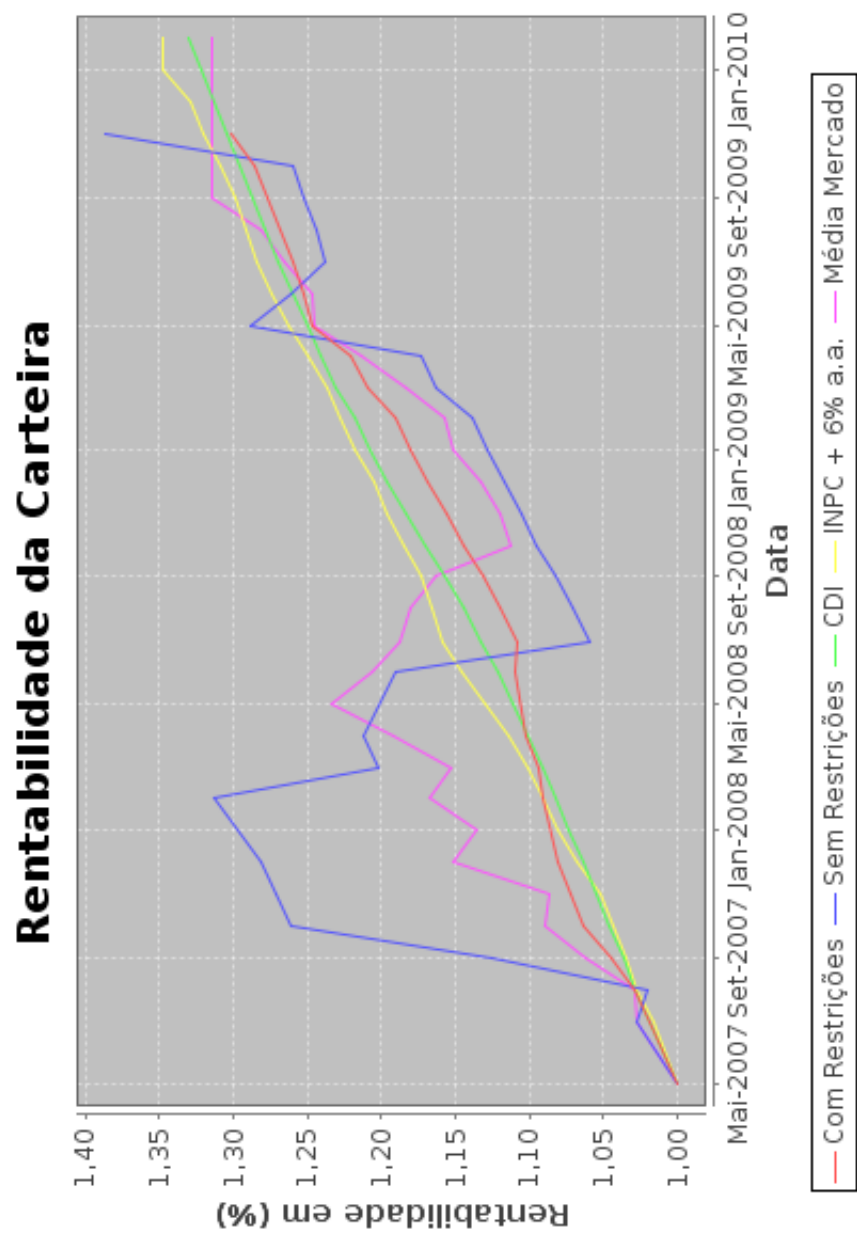


Figura 6.6: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico.

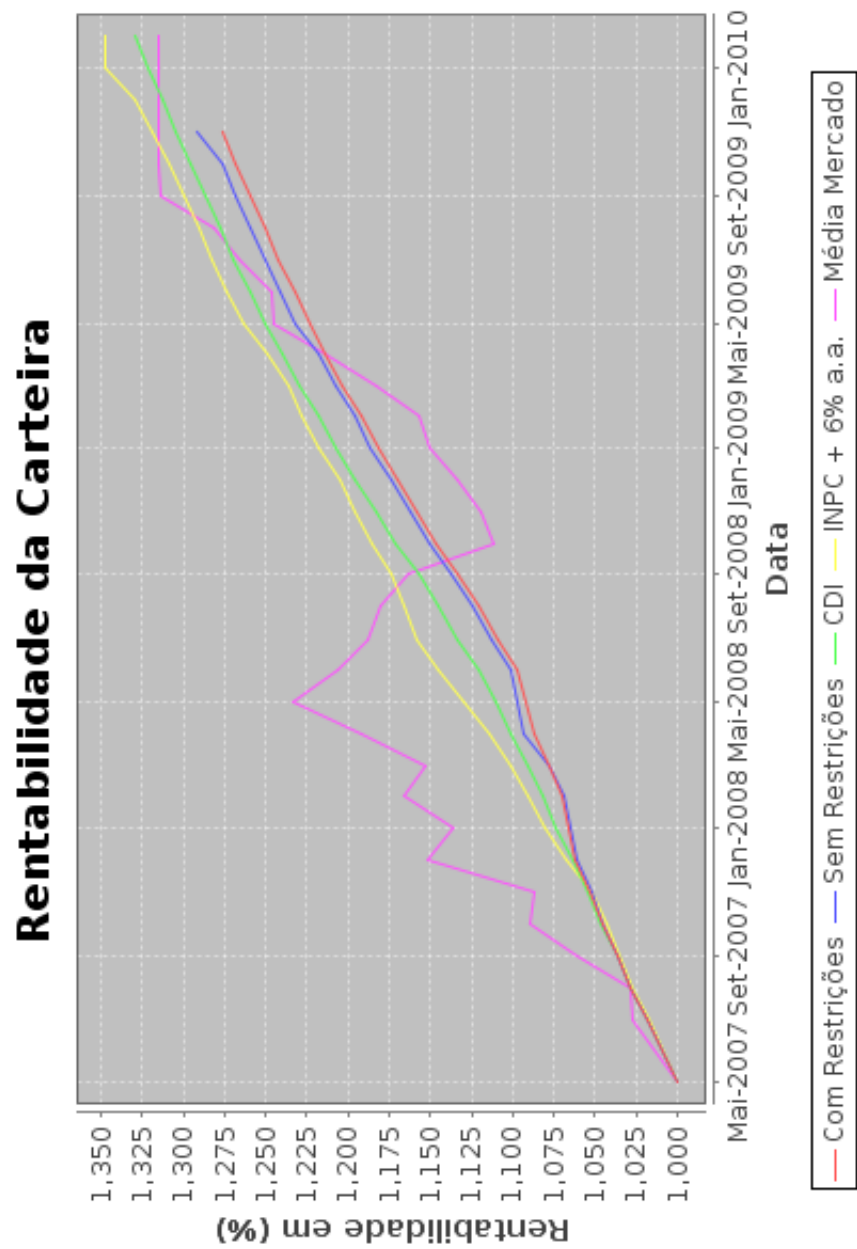


Figura 6.7: Resultado da Carteira de Minimização de Risco.

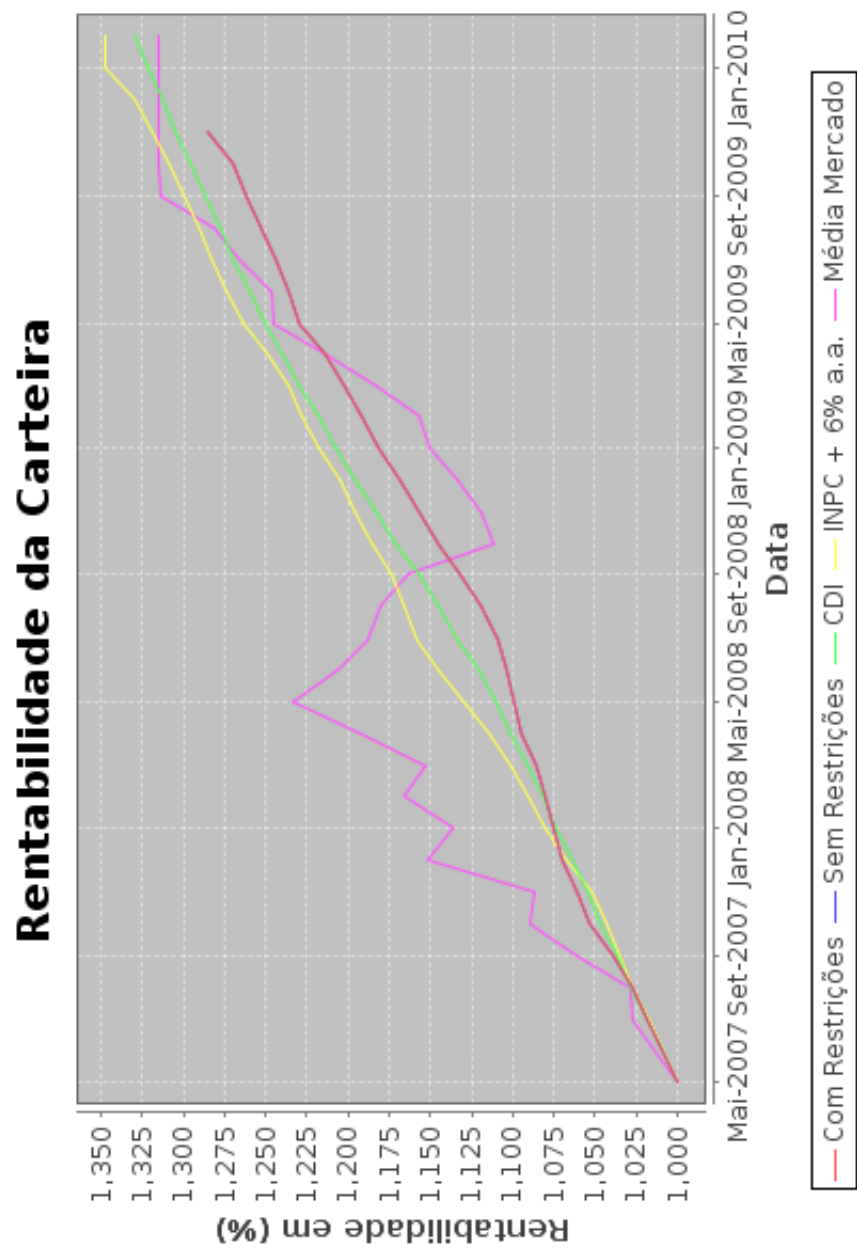


Figura 6.8: Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.

6.1.2 Carteiras "Completa"

Carteiras "Analista"

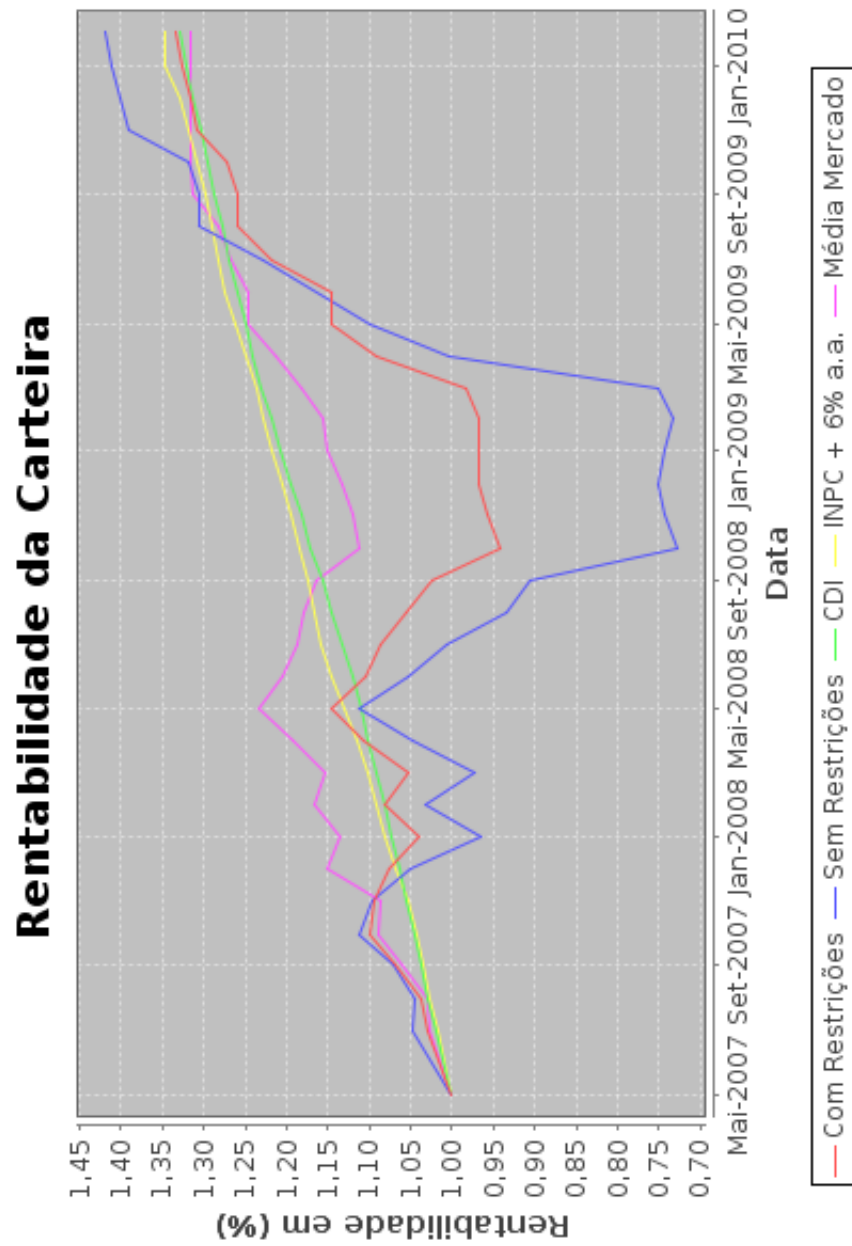


Figura 6.9: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.

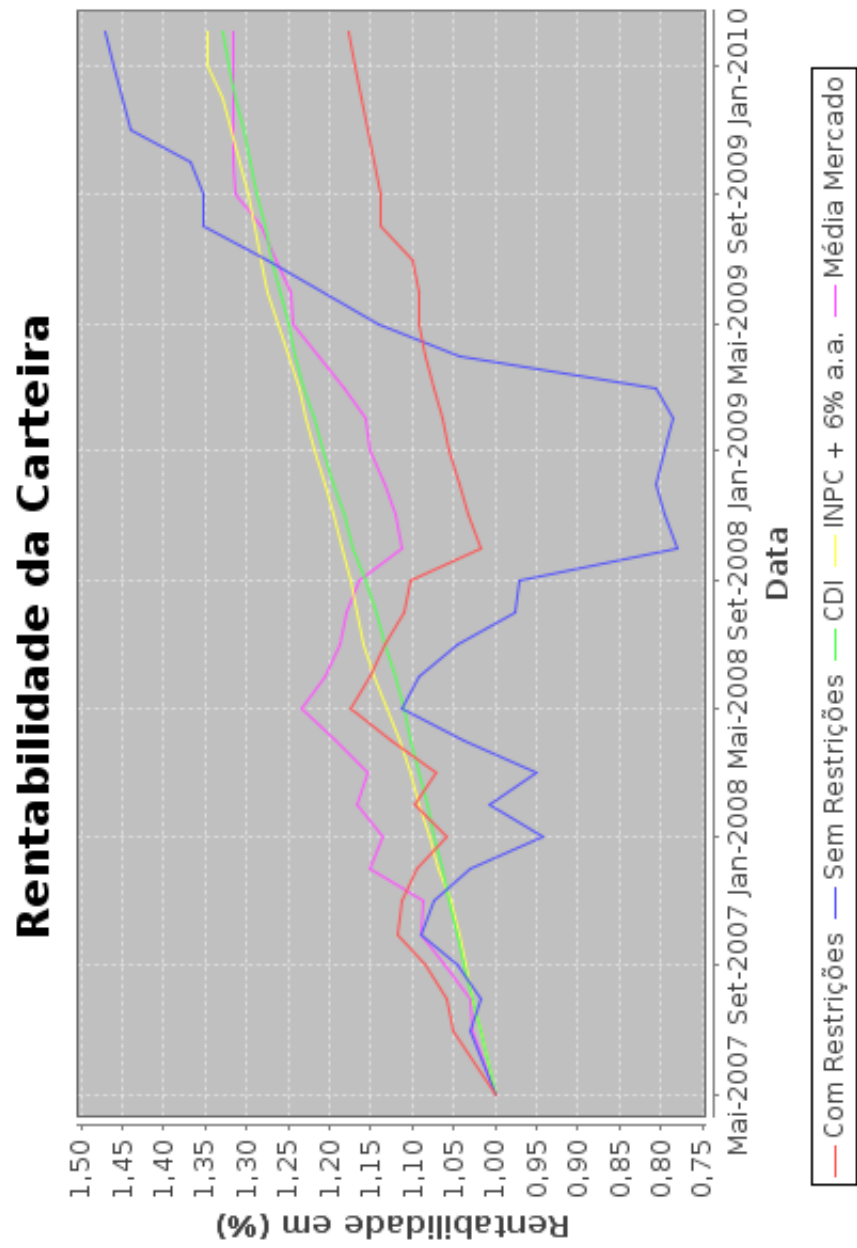


Figura 6.10: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico.

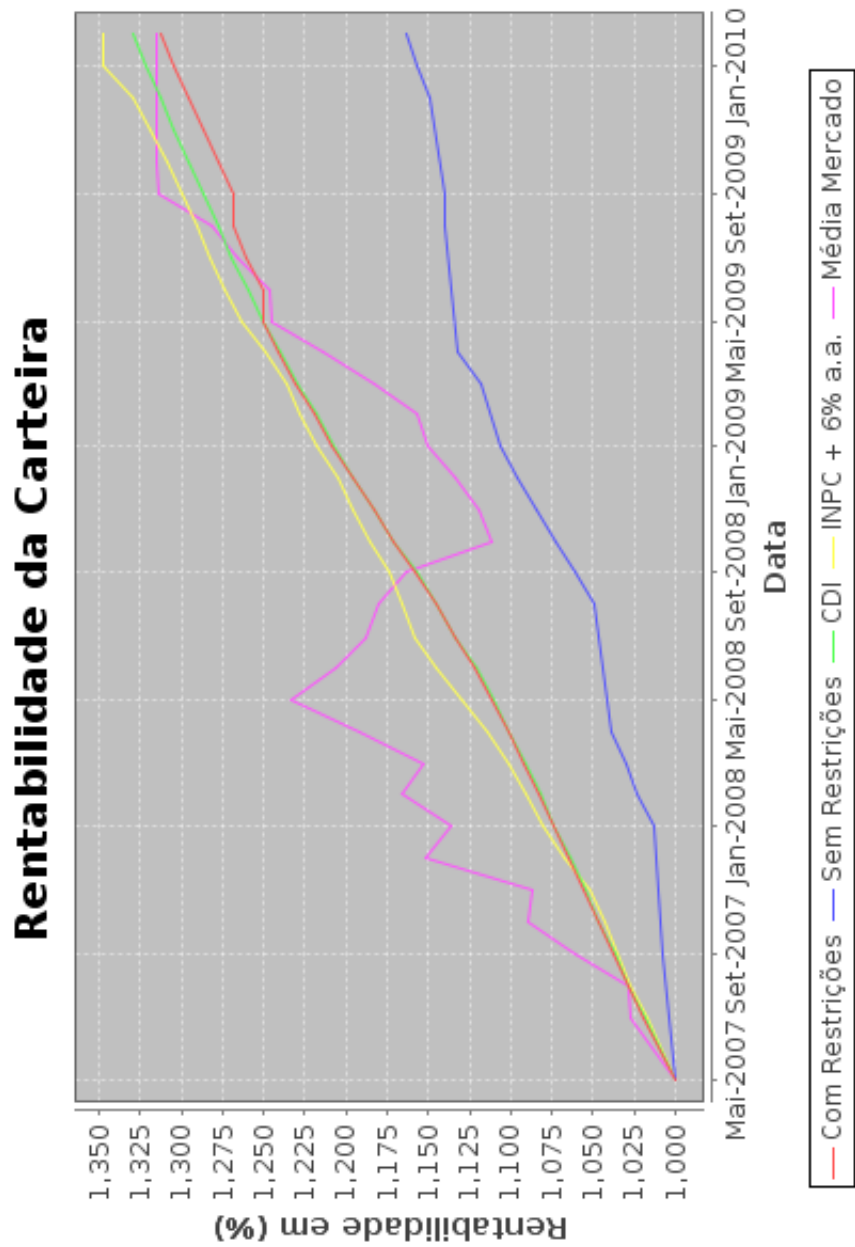


Figura 6.11: Resultado da Carteira de Minimização de Risco.

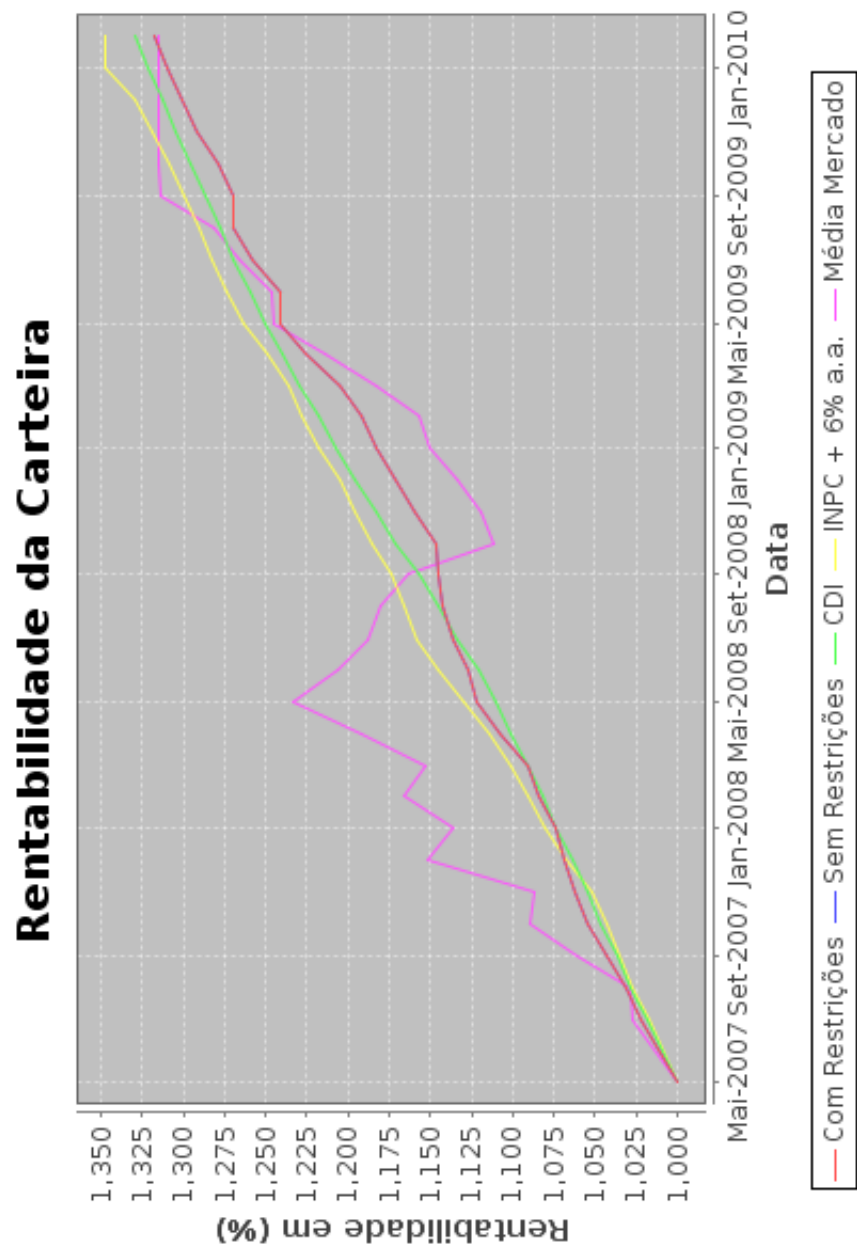


Figura 6.12: Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.

Carteiras "Passado"

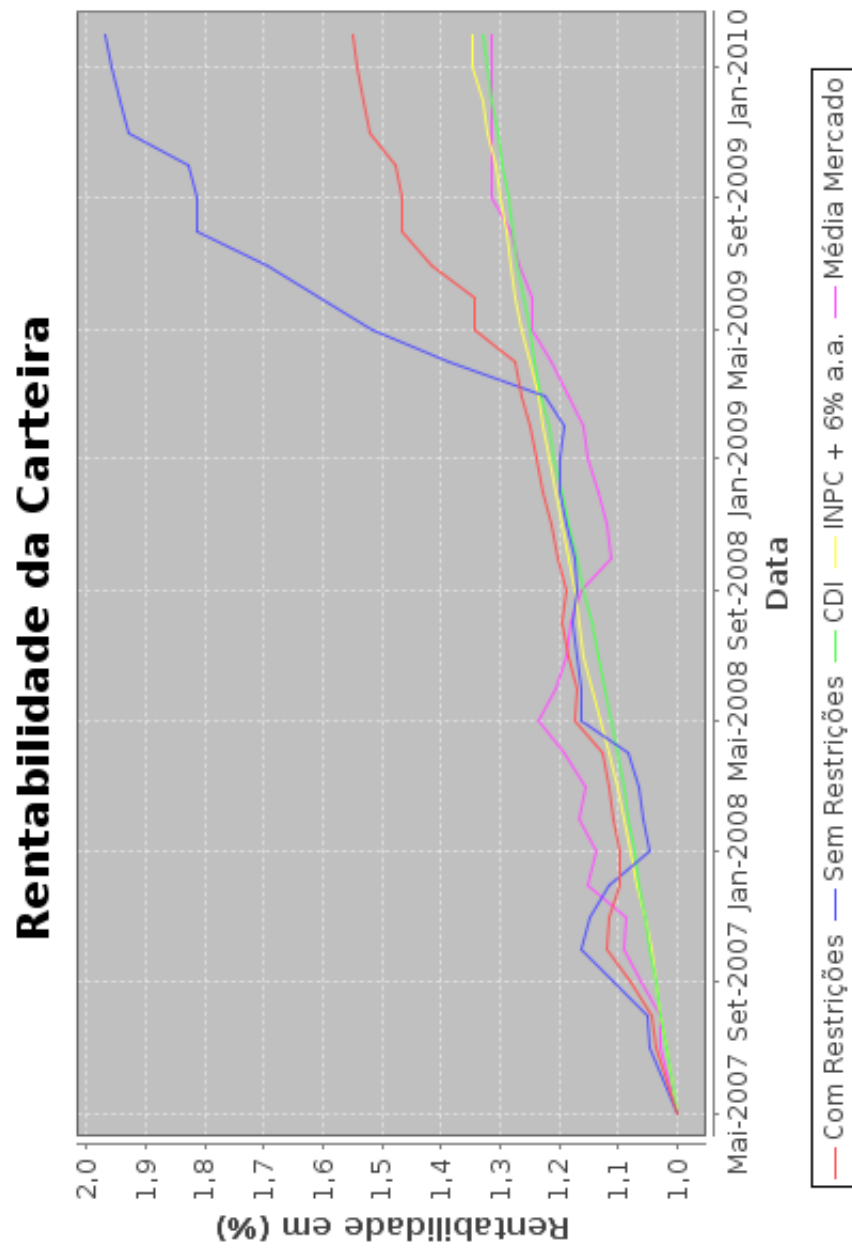


Figura 6.13: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno.

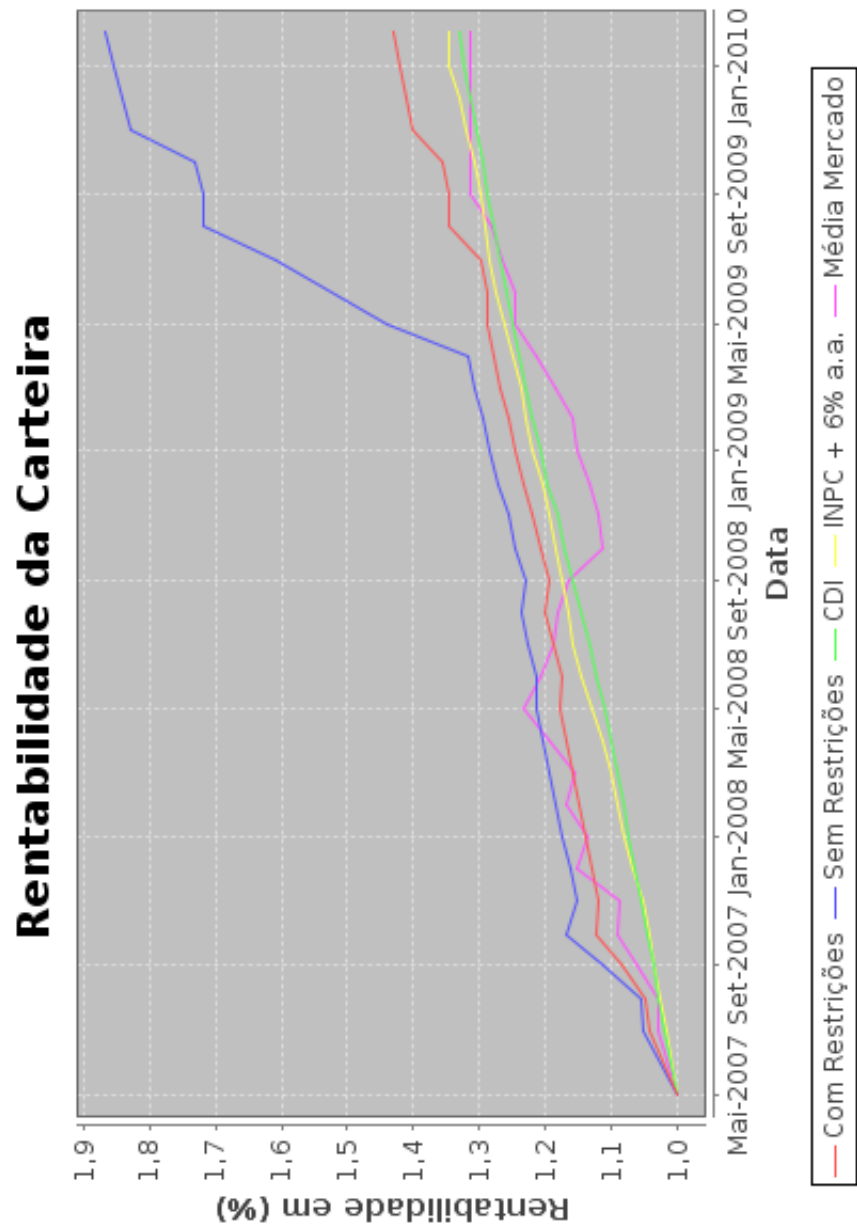


Figura 6.14: Resultado da Carteira de Maximização de Retorno Estocástico.

Rentabilidade da Carteira



Figura 6.15: Resultado da Carteira de Minimização de Risco.

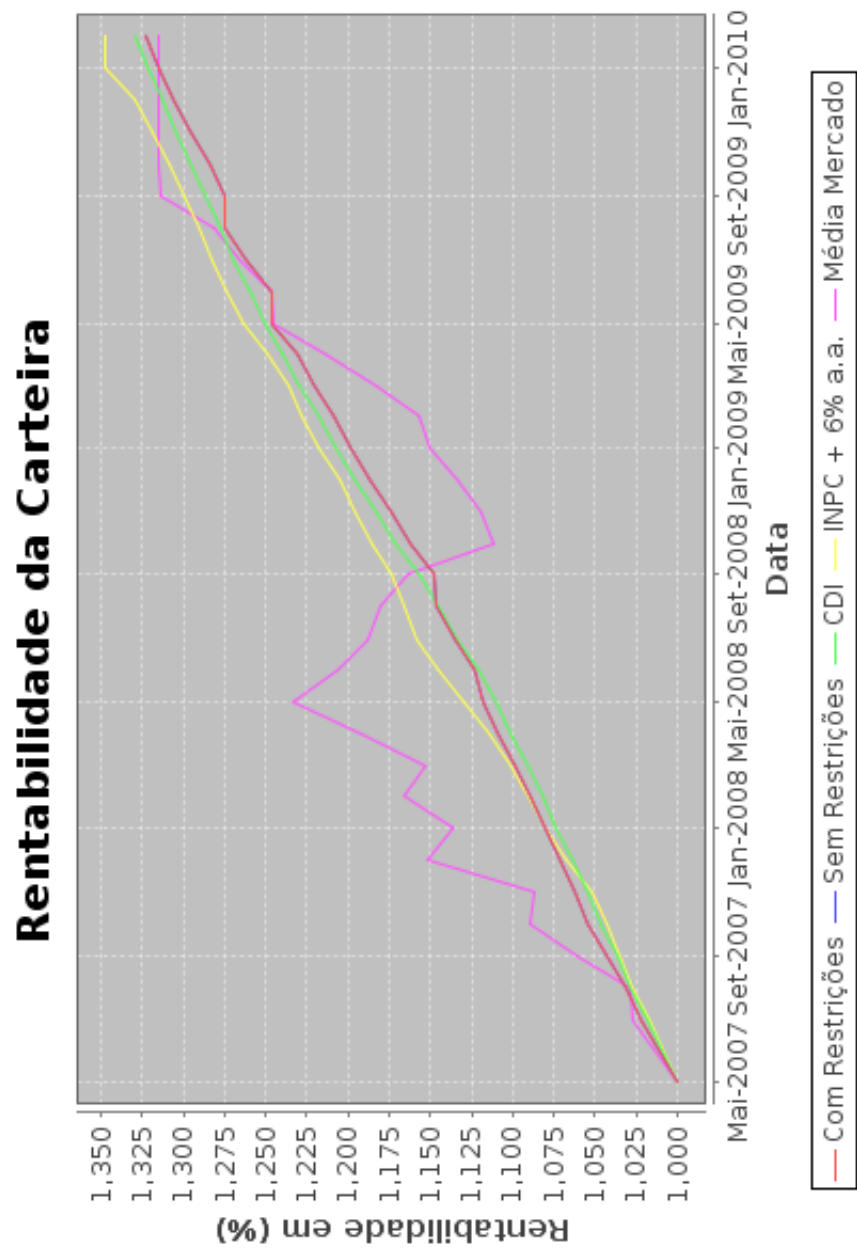


Figura 6.16: Resultado da Carteira de Minimização de Risco Estocástico.

Capítulo 7

Conclusões

7.1 Contribuições

Este trabalho traz inúmeras contribuições, não só para a programação estocástica, mas como otimização não-linear, simulação e ferramentas de simulação e finanças para investidores institucionais:

7.1.1 Contribuições a Simulação e Ferramentas de Simulação

- A utilização das boas práticas de simulação em geral [53] são bastante aplicáveis a otimização:
 - A utilização de testes automáticos, apesar de não tão explícita na literatura de simulação, é fortemente recomendada, principalmente cálculos de que são complexos e dependem de muitas precisão.
 - A utilização de *multi-start* é altamente benéfica quando a determinação de parâmetros é crucial para a resolução do problema, seja por instabilidade numérica, ou por viabilidade dos pontos iniciais e/ou das iterações iniciais.
 - A execução rápida de cada instância da simulação é crucial, já que o desenvolvimento e conserto da simulação, leva mais tempo do que a simulação final em si. Após a definição final da arquitetura da simulação é bastante recomendável uma análise da performance (*profile*) dela.

- Melhorias na ferramenta NLPToolbox.

7.1.2 Contribuições às Finanças, principalmente de Investidores Institucionais

- O modelo de Markowitz e o modelo proposto aqui mostram que é viável a sua utilização por investidores institucionais;
- A utilização das Carteiras "Simples" e "Completas", mostram que não há diferença significativa entre utilizar todos os ativos disponíveis e um representante do mercado, como a Petrobrás¹². Este fato é previsto na literatura [54][55], que diz que o conjunto dos ativos do mercado tende ao mercado.
- A utilização da estimativa do "Passado" ou de "Analista" não traz grandes diferenças, e quando ela existe, é vantajosa para o "Passado". Apesar de não consistente com a teoria de Bachelier[56], ainda sim há publicações recentes e polêmicas [54][57][58], onde enfatizam que o retorno dos analistas converge para o retorno do mercado.
- A regulação atual é um excelente instrumento para controle de risco das carteiras de investidores institucionais.
- O fato do CDI estar muito próximo da taxa atuarial, facilita o processo de montagem de carteiras de investimento, pois não é necessário tomar demasiado risco para cumprir a meta atuarial.
- Com uma otimização baseada em minimização do risco, as carteiras conseguem uma performance bastante satisfatória perto da meta atuarial, tendo risco muito menor do que a média do mercado. Uma criação de uma carteira baseada em maximização do retorno, apesar de trazer retornos bem maiores do que a meta atuarial em muitos momentos, tem uma perda considerável durante a crise do *sub-prime*, fato que provavelmente se repetirá em uma nova crise.

¹A Petrobrás é considerada, por muito tempo um bom representante do mercado, pois a sua correlação com o BOVESPA é bastante elevada, também pelo fato de ser o seu maior peso

²Os ativos imobiliários tem muita similaridade, portanto a utilização de um deles é bem representativo a respeito do resto

7.1.3 Contribuições a Programação Estocástica

- A utilização de métodos estocásticos para a otimização de carteiras mostra-se um modelo viável, tanto sobre o ponto de vista de resultados como de performance, apesar da complexidade de modelagem e implementação;
- Além de ser viável, os modelos estocásticos diminuem os riscos das carteiras, ao mesmo tempo, trazendo um retorno bastante satisfatório.

7.2 Limitações

Este trabalho têm as seguintes limitações:

- Não foram considerados alguns tipos de mercados possíveis:
 - Os mercados de recebíveis podem trazer bons retornos a riscos bastante aceitáveis. Deve haver cuidado, porém, com a qualidade das carteiras, em função do elevado número de fraudes, como visto com frequência nos jornais brasileiros de grande circulação;
 - O mercado de empréstimo a participantes traz excelentes retornos a risco mínimo, pois o lastro é a própria aplicação do participante;
 - Algumas aplicações em fundos de investimentos livres (limite de 3%), normalmente também trazem ganhos acima ao CDI, com risco baixo.
- Devido a complexidade de modelagem e dificuldade na estimativa de alguns retornos, não foi considerado nenhum tipo de derivativo;
- Não foi considerada nenhum tipo de taxa ou corretagem. Em particular taxas de administração e custódia podem ser bastante elevadas para alguns investidores institucionais;
- Na passagem das carteiras de um mês para outro, não foi considerado nenhum tipo de restrição com relação a liquidez. Os investidores institucionais têm um volume bastante elevado de estoque de ativos e a sua venda ou compra nos percentuais feitos neste trabalho podem não ser praticáveis. Porém, a diversificação em múltiplos ativos e a utilização de derivativos poderia amenizar esta falta de liquidez;

- A estimativa de retorno dos analistas foi feita com recomendações publicadas em mídia de massa. É possível que recomendações feitas não publicadas nestes tipos de mídias possam trazer retornos maiores.

7.3 Trabalhos Futuros

Este trabalho traz a possibilidade de vários trabalhos futuros, tanto em finanças, quanto em simulação e otimização de carteiras, quanto em programação matemática.

7.3.1 Trabalhos Futuros em Finanças

- Realizar a simulação de carteiras, considerando o uso principalmente de derivativos: a complexidade de modelagem pode levar a contribuições a programação matemática e a simulação e também pode dar indicar como e quando utilizar derivativos para carteiras de investidores institucionais;
- Considerar a liquidez da carteira como uma restrição aos modelos. A liquidez poderia ser modelada através do histórico de volume, mas cenários de estresses também poderiam ser considerados;
- Realizar a mesma simulação, mas com dados de outros países, em particular daqueles que adotam a postura do "Homem Prudente".

7.3.2 Trabalhos Futuros em Simulação e Ferramentas de Otimização Não-Linear

- A ferramenta NLPToolbox poderia ter sua performance melhorada através de utilização de tipos double nativos e rotinas da *Harwell Library*[59];
- A mesma ferramenta poderia ter um suporte maior a *multi-start*, e, inclusive, ajudar a localizar os parâmetros quem devem ser variados;
- Poderia ser feita uma comparação da performance NLPToolbox com outras ferramentas de otimização numérica.

7.3.3 Trabalhos Futuros em Programação Matemática

- Novos modelos de otimização estocástica de carteiras poderiam ser construídos e validados, em particular, uma comparação com modelos de otimização robusta[60];
- Modelos de programação estocástica baseado em recursão podem ser utilizados para a otimização de carteiras.

Referências Bibliográficas

- [1] RYCK, K. D., “Asset allocation, financial market behaviour and impact of EU pension funds on European capital markets”. In: *Institutional Investors in the New Financial Landscape*, Blommenstein, H.J and Funke, N. (eds), 1998.
- [2] MARISCAL, O. J., “Argentine Pension and mutual funds and their impact on stocks”, *Goldman Sachs Investment Research*, 1998.
- [3] MARISCAL, O. J., “Brazilian Pension and mutual funds and their impact on stocks”, *Goldman Sachs Investment Research*, 1998.
- [4] MARISCAL, O. J., “Chilean Pension and mutual funds and their impact on stocks”, *Goldman Sachs Investment Research*, 1998.
- [5] MARISCAL, O. J., “Mexican Pension and mutual funds and their impact on stocks”, *Goldman Sachs Investment Research*, 1998.
- [6] OECD, “Maintaining Prosperity in an Ageing Society”, 1998.
- [7] FEDERATION, E., PROVISION, R., “European Pension Funds: Their Impact on European Capital Markets and Competitiveness”, *EFRP*, 1996.
- [8] PEREIRA, R., “Fundo de pensão quer ter 40% do PIB”, *O Estadão de São Paulo*, publicado em 01/03/2010.
- [9] MARIANA RIBEIRO TIMOTHEO DA COSTA, *Previdência Privada, Seguradoras e Capitalização*, Master’s Thesis, COPPEAD/UFRJ, 1998.
- [10] NEDER, M. A., *Imóveis e a Carteira do Investidor Institucional*, Master’s Thesis, COPPEAD/UFRJ, 1998.

- [11] FRANCISCO ARSENIO DE MELLO ESQUEF, *Fundo de Pensão: Alocação de Ativos e Proposta de Avaliação de Performance Ajustado ao Caso Brasileiro*, Master's Thesis, COPPEAD/UFRJ, 1996.
- [12] DE RESENDE BAIMA E NEWTON C. A. DA COSTA JR., F., “Avaliação de Desempenho dos Investimentos dos Fundos de Pensão”. In: *Revista do 19o Congresso dos Fundos de Pensao*, pp. 145–156, 1998.
- [13] RICARDO PEREIRA CAMARA LEAL, A. L. C. D. S. E. T. S. R., “Alocação Ótima de Ativos em Fundos de Pensão Brasileiros”. In: *Revista do 19o Congresso dos Fundos de Pensão*, pp. 145–156, 1998.
- [14] MICHAUD, R. O., *Efficient Asset Management*. Harvard Business School Press: Boston, 1998.
- [15] MICHAUD, R. O., “The Markowitz Optimization Enigma: Is Optimized Optimal”, *Financial Analysts Journal*, pp. 31–42, 1989.
- [16] ET AL., S. A., “Portfolio Management for Pension Funds”. In: *IDEAL 2003*, Springer Verlag: Hong Kong, 2003.
- [17] E M. A. LEJEUNE, P. B., “An Exact Solution Approach for Portfolio Optimization Problems Under Stochastic and Integer Constraints”. In: *Operations Research*, pp. 1–21, 2008.
- [18] DE GROOT, W., SWINKELS, L., “Incorporating uncertainty about alternative assets in strategic pension fund asset allocation”. In: *Pensions: An International Journal*, pp. 71–77, 2008.
- [19] PHAM, H., “Smooth Solutions to Optimal Investment Models with Stochastic Volatilities and Portfolio Constraints”. In: *Applied Mathematics and Optimization*, pp. 55–78, 2002.
- [20] CUOCO, D., “Optimal Consumption and Equilibrium Prices with Portfolio Constraints and Stochastic Income”. In: *Journal of Economic Theory*, pp. 33–73, 1997.

- [21] DENTCHEVA, D., RUSZCZYNSKI, A., “Optimization with Stochastic Dominance Constraints”. In: *SIAM J. Optim.*, pp. 548–566, 2003.
- [22] MARKOWITZ, H. M., “Portfolio Selection”, *Journal of Finance*, v. 7, pp. 77–91, 1952.
- [23] NETTO, H. M., “Regulamentação das aplicações das Fundações de Seguridade”, *RBMEC*, v. 6, pp. 243–247, 1980.
- [24] BODIE, Z., “Pensions as retirement income insurance”, *Journal of Economic Literature*, v. 28, pp. 28–49, 1990.
- [25] P. S. SRINIVAS, E. W., YERMO, J., “Regulating private pension funds structure, performance and investments: cross-country evidence”, *Social Protection Discussion Paper*, 2000.
- [26] PROJECT, U. C. M., “International Pension Newsletter, Responding to Financial Turmoil, February 2009”, *International Pension Newsletter*, 1998.
- [27] ALBUQUERQUE, R. L. M., *Topicos de Programacao Linear Estocastica e Algumas Aplicacoes*, Master’s Thesis, Universidade Federal de Pernambuco, 1979.
- [28] BORTOLOSSI, H. J., PAGNONCELLI, B. K., *Uma Introdução à Otimização sob Incerteza*. Sociedade Brasileira de Matemática, 2006.
- [29] CHARNES, A., COOPER, W. W., “Chance-Constrained Programming”, *Management Science*, v. 6, pp. 73–79, 1959.
- [30] PRÉPOKA, A., “Logarithmic Concave Measures and Related Topics”, *Stochastic Programming*, pp. 63–82, 1980.
- [31] FAMA, E., “The Behavior of Stock Market Prices”, *Journal of Business*, v. 38, pp. 34–105, 1965.
- [32] BOYD, S., VANDENBERGHE, L., *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004.

- [33] BEL-TAL, A., NEMIROVSKI, A., “Robust optimization-methodology and applications”. v. 92, pp. 453–480, *Math. Programming*, 2002.
- [34] OF STANDARDS, N. I., TECHNOLOGY, *NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods: EWMA Control Charts*. National Institute of Standards and Technology.
- [35] NOCEDAL, J., WRIGHT, S. J., *Numerical optimization*. Springer Verlag: New York, NY, 1999.
- [36] FLETCHER, R., “A New Approach to Variable Metric Algorithms”, *Computer Journal*, , n. 13, pp. 317–322, 1970.
- [37] GOLDFARB, D., “A Family of Variable Metric Updates Derived by Variational Means”, *Mathematics of Computation*, , n. 24, pp. 23–26, 1970.
- [38] SHANNO, D. F., “Conditioning of Quasi-Newton Methods for Function Minimization”, *Mathematics of Computation*, , n. 24, pp. 647–656, 1970.
- [39] HESTENES, M. R., STIEFEL, E. L., “Methods of conjugate gradients for solving linear systems”, *J. Research Nat. Bur. Standards*, , n. 49, pp. 409–436, 1952.
- [40] POLAK, E., RIBIÈRE, G., “Note sur la convergence de directions conjuguées”, *Rev. Francaise Informat Recherche Opertionelle*, , n. 3e Année 16, pp. 35–43, 1969.
- [41] POLYAK, B. T., “The conjugate gradient method in extreme problems”, *USSR Comp. Math. Math. Phys.*, , n. 9, pp. 94–112, 1969.
- [42] DANIEL, J. W., “The conjugate gradient method for linear and nonlinear operator equations”, *SIAM J. Numer. Anal.*, , n. 4, pp. 10–26, 1964.
- [43] FLETCHER, R., REEVES, C., “Function minimization by conjugate gradients”, *Comput. J.*, , n. 7, pp. 149–154, 1964.
- [44] FLETCHER, R., *Practical Methods of Optimization vol. 1: Unconstrained Optimization*. John Wiley and Sons: New York, 1987.

- [45] POLYAK, B. T., “Efficient generalized conjugate gradient algorithms, Part 1: Theory”, *J. Optim. Theory Appl.*, , n. 69, pp. 129–137, 1991.
- [46] DAI, Y. H., YUAN, Y., “A nonlinear conjugate gradient method with a strong global convergence property”, *SIAM J. Optim.*, , n. 10, pp. 177–182, 1999.
- [47] HAGER, W. W., ZHANG, H., “A New Conjugate Gradient Method with Guaranteed Descent and an Efficient Line Search”, *SIAM J. on Optimization*, v. 16, pp. 170–192, May 2005.
- [48] GENE H. GOLUB, C. F. V. L., *Matrix Computations*. John Hopkins, 1996.
- [49] THEFETHEN, L., III, D. B., *Numerical linear algebra*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997.
- [50] LAGES, D., XAVIER, A., MACULAN, N., “NLPToolbox: an open-source non-linear programming tool”. In: *Simutools '09: Proceedings of the 2nd International Conference on Simulation Tools and Techniques*, pp. 1–6, ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering): ICST, Brussels, Belgium, Belgium, 2009.
- [51] XAVIER, A. E., “Hyperbollian Penalty: A New Method for Nonlinear Programming with inequalities”, *International Transactions In Operational Research*, v. 8, pp. 659–672, 2001.
- [52] “Jama”,
math.nist.gov/javanumerics/jama/, último acesso em 14/12/2010.
- [53] CHWIF, L., MEDINA, A. C., *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos*. Leonardo Chwif, 2010.
- [54] BERNSTEIN, P. L., *Capital Ideas: The Improbable Origins of Modern Wall Street*. Maxwell Macmillan International, 2005.
- [55] RASMUSSEN, M., *Quantitative Portfolio Optimization, Asset Allocation and Risk Management*. Palgrave MacMillan, 2003.
- [56] BACHELIER, L., “Theorie de la spéculation”, *Annales scientifiques de l'Ecole Normale Supérieure*, 1900.

- [57] GUNTHER, M., *Zurich Axioms*. Harriman House, 1985.
- [58] COWLES, A., “Stock Market Forecasting”, *Econometrica*, v. 12, pp. 206–214, 1944.
- [59] “Harwell Library”,
<http://www.hsl.rl.ac.uk/>, último acesso em 16/11/2010.
- [60] BIENSTOCK, D., “Histogram Models for Robust Portfolio Optimization”, *Technical Report, Center for Financial Engineering, Columbia University*, 2007.
- [61] HONG, H., KRIFTNER, F., STAHL, V., et al., *Computing the Volume of a Convex Polytope Using Interval Arithmetic*, Tech. rep., Linz, Johannes Kepler University Linz, and Institute for Software Technology and Parallel Systems, University Vienna, 1994.
- [62] HORN, R. A., JOHNSON, C. A., *Matrix Analysis*. Cambridge University Press, 1990.
- [63] LASSERRE, J. B., ZERON, E. S., “A Laplace transform algorithm for the volume of a convex polytope”, *J. ACM*, v. 48, n. 6, pp. 1126–1140, 2001.
- [64] BODIE, Z., “Pension and Financial Innovation”, NBER Working paper No. 3101, Set/1989.
- [65] WAGNER, A., CORNEIL, D. G., “Embedding trees in a hypercube is NP-complete”, *SIAM J. Comput.*, v. 19, n. 3, pp. 570–590, 1990.
- [66] ABRAMOWITZ, M., STEGUN, I. A., *Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables*. ninth dover printing, tenth gpo printing ed. Dover: New York, 1964.
- [67] SHANNO, D. F., “Conditioning of Quasi-Newton Methods for Function Minimization”, *Mathematics of Computation*, , n. 24, pp. 647–656, 1970.

Apêndice A

Regulações para Fundos de Pensão

A.1 Entidades Fechadas de Previdência Privada

RESOLUCAO 3.456

Dispõe sobre as diretrizes de aplicação dos recursos garantidores dos planos de benefícios administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar.

O BANCO CENTRAL DO BRASIL, na forma do art. 9º da Lei nº 4.595, de 31 de dezembro de 1964, torna público que o CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL, em sessão realizada em 30 de maio de 2007, tendo em vista o disposto no art. 9º, § 1º, da Lei Complementar nº 109, de 29 de maio de 2001,

R E S O L V E U :

Art. 1º Ficam estabelecidas, nos termos do regulamento anexo, as diretrizes de aplicação dos recursos garantidores, bem como

daqueles de qualquer origem ou natureza, correspondentes às reservas, fundos e provisões dos planos de benefícios administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar.

Art. 2º As entidades fechadas de previdência complementar que, em virtude das disposições do regulamento anexo a esta resolução, incorrerem no desenquadramento das aplicações dos recursos garantidores de seus planos de benefícios, somente poderão manter as aplicações em ativos ou modalidades em carteira até o correspondente vencimento.

§ 1º Até o respectivo enquadramento nos limites estabelecidos no regulamento anexo, ficam as entidades fechadas de previdência complementar impedidas de efetuar novas aplicações que onerem os excessos porventura verificados na data da entrada em vigor desta resolução relativamente aos limites ora estabelecidos.

§ 2º Excetua-se do disposto neste artigo as novas aplicações em fundos de investimento em empresas emergentes ou em fundos de investimento em participações, desde que efetuadas, na proporção da participação detida pela entidade fechada de previdência complementar, em decorrência de compromissos de aporte de recursos por ela formalmente assumidos até a data da entrada em vigor desta resolução.

Art. 3º Os planos de enquadramento apresentados na vigência da Resolução nº 3.121, de 25 de setembro de 2003, devem ser executados nos termos aprovados pelo Conselho Monetário Nacional.

§ 1º Fica a Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social incumbida da verificação do disposto no caput, observado que:

I - para efeito da execução do plano de enquadramento, a entidade fechada de previdência complementar deverá enviar relatórios semestrais à Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social, acompanhados de parecer do respectivo conselho fiscal, atestando as providências adotadas; e

II - a Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social deve, no prazo de 60 (sessenta) dias contados da data do recebimento dos relatórios semestrais referidos no inciso I, prestar informações ao Conselho Monetário Nacional relativamente à execução do plano de enquadramento, acompanhadas desses relatórios.

§ 2º A pessoa jurídica contratada pela entidade fechada de previdência complementar para a prestação do serviço de auditoria independente fica incumbida, adicionalmente às atribuições referidas no art. 58 do regulamento anexo, de atestar, em seu relatório anual, as providências adotadas relativamente à execução do plano de enquadramento.

Art. 4º Além da observância das disposições desta resolução e do regulamento anexo, incumbe aos administradores da entidade fechada de previdência complementar:

I - determinar a aplicação dos recursos garantidores dos planos de benefícios da entidade fechada de previdência complementar levando em consideração as suas especificidades, tais como as modalidades de seus planos de benefícios e as características de suas obrigações, com vistas à manutenção do necessário equilíbrio econômico-financeiro entre os seus ativos e o respectivo passivo atuarial e as demais obrigações, observadas, ainda, as diretrizes estabelecidas pelo Conselho de Gestão da Previdência Complementar; e

II - zelar pela promoção de elevados padrões éticos na condução das operações relativas às aplicações dos recursos garantidores dos planos de benefícios operados pela entidade fechada de previdência complementar.

Art. 5º Fica facultada às entidades fechadas de previdência complementar a integralização de cotas de fundos de investimento com títulos e valores mobiliários de sua propriedade, observadas as condições estabelecidas, em conjunto, pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social e pela Comissão de Valores Mobiliários.

Art. 6º A Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social, o Banco Central do Brasil e a Comissão de Valores Mobiliários, nas suas respectivas áreas de competência, poderão adotar as medidas e baixar as normas que se fizerem necessárias à execução do disposto nesta resolução.

Art. 7º A não observância das disposições desta resolução e do regulamento anexo sujeitará a entidade fechada de previdência complementar e seus administradores às sanções previstas na legislação e regulamentação em vigor.

Art. 8º Esta resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 9º Ficam revogadas as Resoluções nºs 3.121, de 25 de setembro de 2003, 3.142, de 27 de novembro de 2.003, 3.305, de 29 de julho de 2005, e 3.357, de 31 de março de 2006.

Brasília, 1º de junho de 2007.

Antonio Gustavo Matos do Vale

Presidente, substituto

Regulamento anexo à Resolução nº 3.456, de 1º de junho de 2007, que estabelece as diretrizes de aplicação dos recursos garantidores dos planos de benefícios administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar.

CAPÍTULO I

DOS RECURSOS

Seção I

Da Alocação

Art. 1º Os recursos garantidores dos planos de benefícios das entidades fechadas de previdência complementar constituídos de acordo com os critérios fixados pelo Conselho de Gestão da Previdência Complementar, bem como aqueles de qualquer origem ou natureza, correspondentes às reservas, fundos e provisões, devem ser aplicados, em relação a cada plano de benefícios, de acordo com as disposições deste regulamento, com observância dos requisitos de segurança, rentabilidade, solvência, liquidez e transparência.

§ 1º Para efeito deste regulamento, consideram-se recursos garantidores do plano de benefícios administrado pela entidade fechada de previdência complementar, os ativos do programa de

investimentos, adicionadas as disponibilidades e deduzidos os valores a pagar, classificados no exigível operacional do referido programa.

§ 2º O enquadramento aos limites estabelecidos neste regulamento deve ser verificado também mediante o cômputo dos ativos integrantes dos demais programas da entidade.

Art. 2º Os recursos administrados pela entidade fechada de previdência complementar devem ser discriminados, controlados e contabilizados de forma individualizada para cada plano de benefícios, inscrito no Cadastro Nacional de Planos de Benefícios das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (CNPB).

Parágrafo único. Fica a Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social incumbida de baixar normas acerca dos procedimentos relacionados com as disposições estabelecidas no caput.

Art. 3º Observadas as limitações estabelecidas relativamente aos requisitos de composição e de diversificação, bem como o disposto no art. 2º, os recursos garantidores dos planos de benefícios da entidade fechada de previdência complementar devem ser alocados em quaisquer dos seguintes segmentos de aplicação:

I - segmento de renda fixa;

II - segmento de renda variável;

III - segmento de imóveis; ou

IV - segmento de empréstimos e financiamentos.

Parágrafo único. Os recursos alocados nos segmentos de aplicação referidos neste artigo distribuem-se por carteiras, nos termos das disposições constantes do Capítulo II.

Art. 4º Cada plano de benefícios deve ser administrado de forma independente, com valor de cota calculado mensalmente para fins de movimentação de recursos e de avaliação do desempenho respectivo, de acordo com as condições estabelecidas pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

Parágrafo único. No cálculo do valor de cota referido no caput, os ativos devem ser avaliados em consonância com as normas baixadas pelo Banco Central do Brasil e pela Comissão de Valores Mobiliários.

Seção II

Da Política de Investimentos

Art. 5º A entidade fechada de previdência complementar deve definir a política de investimentos de cada um dos planos de benefícios por ela administrados.

Art. 6º A política de investimentos dos recursos garantidores do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar deve ser definida e elaborada anualmente pela diretoria-executiva, para posterior aprovação pelo conselho deliberativo, antes do início do exercício a que se referir.

§ 1º A política de investimentos deve, conforme critérios estabelecidos pelo Conselho de Gestão da Previdência Complementar, fazer menção expressa, no mínimo:

I - à alocação de recursos entre os diversos segmentos e carteiras referidos no art. 3º, indicando os limites estabelecidos, de acordo com a estratégia de alocação de ativos e parametrizada com base nos compromissos atuariais;

II - aos objetivos específicos da gestão de cada limite estabelecido neste regulamento, diante das necessidades de cumprimento da taxa mínima atuarial como referência de rentabilidade, no caso de plano constituído na modalidade benefício definido, e das necessidades de cumprimento do índice de referência, no caso de plano constituído em outra modalidade, e a conseqüente determinação do ponto ótimo na curva de risco/retorno na alocação dos ativos;

III - aos limites utilizados para investimentos em títulos e valores mobiliários de emissão ou coobrigação de uma mesma pessoa jurídica;

IV - à realização de operações com derivativos, indicando os limites estabelecidos e as condições para atuação nos correspondentes mercados, se for o caso;

V - aos critérios para a contratação de pessoas jurídicas, que devem ser autorizadas ou credenciadas nos termos da legislação em vigor para o exercício profissional de administração de carteiras, se for o caso, indicando os testes comparativos e de avaliação para acompanhamento de resultados e a diversificação da gestão externa dos ativos;

VI - aos critérios a serem observados na precificação de ativos e na avaliação, dentre outros, dos riscos de crédito, de mercado e de liquidez, observado o disposto no art. 61; e

VII - à avaliação do cenário macroeconômico de curto, médio e longo prazos, indicando a forma de análise dos setores a serem selecionados para investimentos.

§ 2º As informações contidas na política de investimentos do plano de benefícios devem, no prazo de 30 (trinta) dias contados da data da respectiva aprovação pelo conselho deliberativo, ser encaminhadas à Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

§ 3º A documentação relativa à elaboração da política de investimentos deve ficar à disposição do conselho fiscal da entidade fechada de previdência complementar e da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

Art. 7º As informações relativas à política de investimentos, ao seu acompanhamento e aos custos com a administração dos recursos dos planos de benefícios das entidades fechadas de previdência complementar devem ser disponibilizadas aos participantes e assistidos, observados os critérios estabelecidos pelo Conselho de Gestão da Previdência Complementar.

CAPÍTULO II

DOS SEGMENTOS DE APLICAÇÃO

Seção I

Do Segmento de Renda Fixa

Das Carteiras

Art. 8º No segmento de renda fixa, os investimentos da espécie, segundo o correspondente risco de crédito, devem ser classificados nas seguintes carteiras:

I - carteira de renda fixa com baixo risco de crédito; ou

II - carteira de renda fixa com médio e alto risco de crédito.

Art. 9º Incluem-se na carteira de renda fixa com baixo risco de crédito:

I - os títulos de emissão do Tesouro Nacional, os créditos securitizados pelo Tesouro Nacional e os títulos de emissão de estados e municípios que tenham sido objeto de refinanciamento pelo Tesouro Nacional;

II - os títulos de emissão de estados e municípios considerados, pela entidade fechada de previdência complementar, com base em classificação efetuada por agência classificadora de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito;

III - os certificados e os recibos de depósito bancário, as letras de crédito imobiliário, as letras de crédito do agronegócio e os demais títulos e valores mobiliários de renda fixa de emissão ou coobrigação de instituição financeira ou outra instituição autorizada a funcionar pelo Banco Central do Brasil considerada, pela entidade fechada de previdência complementar, com base em classificação efetuada por agência classificadora de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito, bem como as cédulas de produto rural com liquidação financeira que contem com aval de instituição

financeira igualmente considerada como de baixo risco de crédito;

IV - os depósitos de poupança em instituição financeira enquadrável na condição referida no inciso III;

V - as debêntures, as cédulas de crédito bancário, os certificados representativos de contratos mercantis de compra e venda a termo de mercadorias e de serviços que atendam às condições estabelecidas na Resolução nº 2.801, de 7 de dezembro de 2000, bem como os demais valores mobiliários de renda fixa de emissão de sociedades anônimas, inclusive as de objeto exclusivo, cuja distribuição tenha sido registrada na Comissão de Valores Mobiliários, considerados, pela entidade fechada de previdência complementar, com base em classificação efetuada por agência classificadora de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito;

VI - as obrigações emitidas por organismos multilaterais autorizados a captar recursos no Brasil, cuja distribuição tenha sido registrada na Comissão de Valores Mobiliários, consideradas, pela entidade fechada de previdência complementar, com base em classificação efetuada por agência classificadora de risco localizada no País sede da instituição, como de baixo risco de crédito;

VII - as cotas de fundos de investimento e as cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento, classificados como fundos de dívida externa;

VIII - as cotas de fundos de investimento em direitos creditórios e as cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios considerados, pela entidade fechada de previdência complementar, com base em classificação

efetuada por agência classificadora de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito;

IX - as cotas de fundos de investimento previdenciários e as cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento previdenciários classificados como renda fixa ou referenciado em indicadores de desempenho de renda fixa, constituídos sob a forma de condomínio aberto, desde que apliquem recursos exclusivamente em títulos de emissão do Tesouro Nacional ou títulos privados considerados, com base em classificação efetuada por agência classificadora de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito, observado o disposto no arts. 42 e 43;

X - os certificados de recebíveis imobiliários, cuja distribuição tenha obtido registro definitivo na Comissão de Valores Mobiliários, bem como as cédulas de crédito imobiliário, considerados pela entidade fechada de previdência complementar, com base em classificação efetuada por agência classificadora de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito; e

XI - as cédulas de produto rural com liquidação financeira que contem com cobertura de seguro, conforme regulamentação da Superintendência de Seguros Privados, os certificados de direitos creditórios do agronegócio e os certificados de recebíveis do agronegócio, considerados, pela entidade fechada de previdência complementar, com base em classificação efetuada por agência classificadora de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito.

Parágrafo único. A apólice do seguro de cédulas de produto rural referidas no inciso XI:

I - deve prever a realização do pagamento de indenização no prazo máximo de 10 (dez) dias úteis após o vencimento da cédula e que a indenização corresponda ao valor da obrigação nela estabelecida, não podendo estar previsto nenhum limite máximo de garantia que impeça o seu pagamento pelo valor integral; e

II - não pode conter cláusula excludente de cobertura de eventos relacionados a casos fortuitos ou de força maior.

Art. 10. Incluem-se na carteira de renda fixa com médio e alto risco de crédito:

I - os títulos de emissão de estados e municípios que não aqueles referidos no art. 9º, incisos I e II;

II - os certificados e os recibos de depósito bancário, as letras de crédito imobiliário, as letras de crédito do agronegócio, as cédulas de produto rural com liquidação financeira que contem com aval de instituição financeira e os demais títulos e valores mobiliários de renda fixa de emissão ou coobrigação de instituição financeira ou outra instituição autorizada a funcionar pelo Banco Central do Brasil não considerada como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso III, ou que não tenham sido objeto da classificação mencionada no mesmo dispositivo;

III - os depósitos de poupança efetuados em instituição financeira não considerada como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso III, ou que não tenha sido objeto da classificação mencionada no mesmo dispositivo;

IV - as debêntures, as cédulas de crédito bancário, os certificados representativos de contratos mercantis de compra e venda

a termo de mercadorias e de serviços que atendam às condições estabelecidas na Resolução nº 2.801, de 2000, bem como os demais valores mobiliários de renda fixa de emissão de sociedades anônimas, inclusive as de objeto exclusivo, cuja distribuição tenha sido registrada na Comissão de Valores Mobiliários, não considerados como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso V, ou que não tenham sido objeto da classificação mencionada no mesmo dispositivo;

V - as obrigações emitidas por organismos financeiros multilaterais autorizados a captar recursos no Brasil, cuja distribuição tenha sido registrada na Comissão de Valores Mobiliários, não consideradas como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso VI, ou que não tenham sido objeto da classificação mencionada no mesmo dispositivo;

VI - as cotas de fundos de investimento em direitos creditórios e as cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios não considerados como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso VIII, ou que não tenham sido objeto da classificação mencionada no mesmo dispositivo;

VII - os certificados de recebíveis imobiliários cuja distribuição tenha obtido registro definitivo na Comissão de Valores Mobiliários, bem como as cédulas de crédito imobiliário, não considerados como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso X, ou que não tenham sido objeto da classificação mencionada no mesmo dispositivo; e

VIII - as cédulas de produto rural com liquidação financeira que contem com cobertura de seguro, conforme regulamentação da

Superintendência de Seguros Privados, os certificados de direitos creditórios do agronegócio e os certificados de recebíveis do agronegócio não considerados como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso XI, ou que não tenham sido objeto da classificação mencionada no mesmo dispositivo.

Parágrafo único. A apólice do seguro de cédulas de produto rural referidas no inciso VIII:

I - deve prever a realização do pagamento de indenização no prazo máximo de 10 (dez) dias úteis após o vencimento da cédula e que a indenização corresponda ao valor da obrigação nela estabelecida, não podendo estar previsto nenhum limite máximo de garantia que impeça o seu pagamento pelo valor integral; e

II - não pode conter cláusula excludente de cobertura de eventos relacionados a casos fortuitos ou de força maior.

Art. 11. As aplicações em operações compromissadas devem ser classificadas nas carteiras de renda fixa com baixo risco de crédito ou com médio e alto risco de crédito conforme o lastro correspondente satisfizer as condições estabelecidas no art. 9º ou no art. 10.

Art. 12. Os títulos e valores mobiliários de renda fixa devem, preferencialmente, ser negociados por meio de plataformas eletrônicas administradas por sistemas autorizados a funcionar pelo Banco Central do Brasil ou pela Comissão de Valores Mobiliários, nas suas respectivas áreas de competência, observados os critérios estabelecidos pelo Conselho de Gestão da Previdência Complementar.

Dos Limites

Art. 13. Os recursos garantidores do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar aplicados nas carteiras que compõem o segmento de renda fixa subordinam-se aos seguintes limites:

I - até 100% (cem por cento) nos investimentos de que trata o art. 9º, inciso I ou IX, observado, neste último caso, os arts. 42 e 43;

II - até 80% (oitenta por cento) nos investimentos de que tratam o art. 9º, incisos II, III, IV, V, VI, VIII, X e XI, e o art. 10, desde que observado o disposto no inciso IV;

III - até 10% (dez por cento) nos investimentos de que trata o art. 9º, inciso VII;

IV - até 20% (vinte por cento) nos investimentos de que trata o art. 10, observado que mencionados investimentos devem ser computados para fins da verificação do cumprimento do limite estabelecido no inciso II;

V - relativamente aos investimentos em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios, em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios e em cédulas de crédito bancário:

a) até 20% (vinte por cento), no caso daqueles classificados como de baixo risco de crédito (art. 9º, incisos V e VIII), observado que mencionados investimentos devem ser computados para fins da verificação do cumprimento do limite estabelecido no inciso II; e

b) até 10% (dez por cento), no caso daqueles classificados como de médio e alto risco de crédito (art. 10, incisos IV e VI), observado que mencionados investimentos devem ser computados para fins da verificação do cumprimento dos limites estabelecidos no inciso IV;

VI - relativamente aos investimentos em cédulas de crédito imobiliário e certificado de recebíveis imobiliários:

a) até 20% (vinte por cento), no caso daqueles classificados como de baixo risco de crédito (art. 9º, inciso X), observado que mencionados investimentos devem ser computados para fins da verificação do cumprimento do limite estabelecido no inciso II; e

b) até 10% (dez por cento), no caso daqueles classificados como de médio e alto risco de crédito (art. 10, inciso VII), observado que mencionados investimentos devem ser computados para fins da verificação do cumprimento dos limites estabelecidos no inciso IV;

VII - relativamente aos investimentos em cédulas de produto rural com liquidação financeira, em certificados de direitos creditórios do agronegócio e em certificados de recebíveis do agronegócio:

a) até 5% (cinco por cento), no caso daqueles classificados como de baixo risco de crédito (art. 9º, incisos III e XI), observado que mencionados investimentos devem ser computados para fins da verificação do cumprimento do limite estabelecido no inciso II; e

b) até 2% (dois por cento), no caso daqueles classificados como de médio e alto risco de crédito (art. 10, incisos II e VIII),

observado que mencionados investimentos devem ser computados para fins da verificação do cumprimento do limite estabelecido no inciso IV.

Art. 14. Os recursos garantidores da entidade fechada de previdência complementar aplicados no segmento de renda fixa subordinam-se aos seguintes requisitos de diversificação, exceto no caso dos títulos de emissão do Tesouro Nacional e dos créditos securitizados pelo Tesouro Nacional:

I - no caso dos investimentos em títulos e valores mobiliários de emissão ou coobrigação de instituição financeira ou de outra instituição autorizada a funcionar pelo Banco Central do Brasil (art. 9º, inciso III, e art. 10, inciso II) e dos depósitos de poupança (art. 9º, inciso IV, e art. 10, inciso III), o total de emissão, coobrigação ou responsabilidade de uma mesma instituição não pode exceder:

a) 25% (vinte e cinco por cento) do patrimônio líquido da emissora, no caso de instituição considerada como de baixo risco de crédito; ou

b) 15% (quinze por cento) do patrimônio líquido da emissora, nos demais casos;

II - no caso dos investimentos em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios e em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios (art. 9º, inciso VIII, e art. 10, inciso VI), o total das aplicações da entidade fechada de previdência complementar em um mesmo fundo de investimento não pode exceder 25% (vinte e cinco por cento) do patrimônio líquido do fundo.

Art. 15. No caso da conversão de debêntures em ações, o produto da conversão deve ser transferido do segmento de renda fixa para o segmento de renda variável.

Do Empréstimo de Títulos e Valores Mobiliários

Art. 16. Os títulos e valores mobiliários integrantes das diversas carteiras que compõem o segmento de renda fixa podem ser objeto de empréstimo no âmbito de sistemas de compensação e liquidação autorizados a funcionar pelo Banco Central do Brasil, nos termos da Lei nº 10.214, de 27 de março de 2001, devendo, mesmo nessa condição, ser computados para fins de verificação da observância dos limites estabelecidos nos arts. 13 e 14.

Parágrafo único. Para fins do empréstimo de valores mobiliários, devem ser observadas as condições estabelecidas na Resolução nº 3.278, de 28 de abril de 2005, e a regulamentação baixada pela Comissão de Valores Mobiliários.

Seção II

Do Segmento de Renda Variável

Das Carteiras

Art. 17. No segmento de renda variável, os investimentos da espécie, segundo a correspondente natureza, devem ser classificados nas seguintes carteiras:

I - carteira de ações em mercado;

II - carteira de participações; ou

III - carteira de renda variável - outros ativos.

Art. 18. Incluem-se na carteira de ações em mercado:

I - as ações, os bônus de subscrição de ações, os recibos de subscrição de ações e os certificados de depósito de ações de companhia aberta negociados em bolsa de valores ou admitidos à negociação em mercado de balcão organizado por entidade autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários;

II - as ações subscritas em lançamentos públicos ou em decorrência do exercício do direito de preferência; e

III - as cotas de fundos de investimento previdenciários e as cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento previdenciários classificados como ações, constituídos sob a forma de condomínio aberto, observado o disposto nos arts. 42 e 43.

Art. 19. Incluem-se na carteira de participações as ações, as debêntures e os demais títulos e valores mobiliários de emissão de sociedades de propósito específico constituídas com a finalidade de viabilizar o financiamento de novos projetos, com prazo de duração determinado, as cotas de fundos de investimento em empresas emergentes e as cotas de fundos de investimento em participações, nos termos da regulamentação baixada pela Comissão de Valores Mobiliários, observado o disposto no art. 21, inciso III.

Parágrafo único. Para fins do disposto no caput, somente podem ser admitidas as debêntures de emissão de sociedades de propósito específico consideradas, pela entidade fechada de

previdência complementar, com base em classificação efetuada por duas agências classificadoras de risco em funcionamento no País, como de baixo risco de crédito.

Art. 20. Incluem-se na carteira de renda variável - outros ativos:

I - os certificados de depósito de valores mobiliários com lastro em ações de emissão de companhia aberta, ou assemelhada, com sede no exterior (Brazilian Depositary Receipts - BDRs), classificados nos Níveis II e III definidos na regulamentação baixada pela Comissão de Valores Mobiliários, cujos programas tenham sido registrados naquela Autarquia;

II - as ações de emissão de companhias sediadas em países signatários do Mercado Comum do Sul (Mercosul) ou os certificados de depósito dessas ações admitidos à negociação em bolsa de valores no Brasil, observado o disposto na Resolução nº 3.265, de 4 de março de 2005;

III - as debêntures com participação nos lucros cuja distribuição tenha sido registrada na Comissão de Valores Mobiliários;

IV - os certificados representativos de ouro físico no padrão negociado em bolsa de mercadorias e de futuros;

V - os certificados de potencial adicional de construção, de que trata o art. 34 da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, negociados em bolsa de valores ou admitidos à negociação em mercado de balcão organizado por entidade autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, cuja distribuição tenha sido registrada naquela

Autarquia; e

VI - as cotas de fundos de investimento e as cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como fundos multimercado, constituídos sob a forma de condomínio aberto, observados os limites estabelecidos no art. 44.

Dos Limites

Art. 21. Os recursos garantidores do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar aplicados nas diversas carteiras que compõem o segmento de renda variável subordinam-se aos seguintes limites:

I - até 50% (cinquenta por cento), no conjunto dos investimentos;

II - relativamente aos investimentos incluídos na carteira de ações em mercado (art. 18):

a) até 50% (cinquenta por cento), no caso de ações de emissão de companhias que, em função de adesão aos padrões de governança corporativa definidos, conforme Anexos I e II a este regulamento, por bolsa de valores ou entidade mantenedora de mercado de balcão organizado autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, sejam admitidas à negociação em segmento especial mantido nos moldes do Novo Mercado ou classificadas nos moldes do Nível 2 da Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa);

b) até 45% (quarenta e cinco por cento), no caso de ações de emissão de companhias que, em função de adesão aos padrões de governança corporativa definidos, conforme Anexo II a este

regulamento, por bolsa de valores ou entidade mantenedora de mercado de balcão organizado autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, sejam classificadas nos moldes do Nível 1 da Bovespa;

c) até 40% (quarenta por cento), no caso de ações de emissão de companhias que, em função de adesão aos padrões de governança corporativa definidos, conforme Anexo III a este regulamento, por bolsa de valores ou entidade mantenedora de mercado de balcão organizado autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, sejam admitidas à negociação em segmento especial mantido nos moldes do Bovespa Mais; e

d) até 35% (trinta e cinco por cento), no caso de ações de emissão de companhias que não aquelas referidas nas alíneas 'a', 'b' e 'c', bem como no caso de cotas dos fundos de investimento referidos no art. 18, inciso III;

III - até 20% (vinte por cento), relativamente aos investimentos incluídos na carteira de participações (art. 19), observada a necessidade de que as sociedades de propósito específico e as empresas emissoras dos ativos integrantes das carteiras dessas sociedades, dos fundos de investimento em empresas emergentes e dos fundos de investimento em participações:

a) prevejam em seus estatutos ou regulamentos:

1. proibição de emissão de partes beneficiárias e inexistência desses títulos em circulação;

2. mandato unificado de até dois anos para todo o conselho de administração;

3. disponibilização de contratos com partes relacionadas, acordos de acionistas e programas de opções de aquisição de ações ou de outros títulos ou valores mobiliários de emissão da companhia;

4. adesão à câmara de arbitragem para resolução de conflitos societários; e

5. auditoria anual de suas demonstrações contábeis por auditores independentes registrados na Comissão de Valores Mobiliários;

b) obriguem-se, formalmente, perante o fundo ou os sócios da sociedade de propósito específico, no caso de abertura de seu capital, a aderir a segmento especial de bolsa de valores ou de entidade mantenedora de mercado de balcão organizado que assegure, no mínimo, níveis diferenciados de práticas de governança corporativa previstas na alínea "a";

IV - até 3% (três por cento) nos investimentos incluídos na carteira de renda variável - outros ativos (art. 20).

Art. 22. Adicionalmente aos limites estabelecidos no art. 21:

I - o total das aplicações da entidade fechada de previdência complementar em ações de uma mesma companhia não pode exceder:

a) 20% (vinte por cento) do respectivo capital votante;

b) 20% (vinte por cento) do respectivo capital total; e

c) 5% (cinco por cento) do total dos recursos garantidores, podendo esse limite ser majorado para até 10% (dez por cento) no caso de ações representativas de percentual igual ou superior a 2% (dois por cento) do Ibovespa, IBrX, IBrX-50, FGV-100, IGC, ou ISE;

II - no caso dos investimentos incluídos na carteira de participações (art. 19):

a) os limites estabelecidos no inciso I não se aplicam aos investimentos em ações de emissão de sociedades de propósito específico; e

b) o total da participação da entidade fechada de previdência complementar em um mesmo projeto financiado por sociedade de propósito específico ou de suas aplicações em um mesmo fundo de investimento em empresas emergentes ou em um mesmo fundo de investimento em participações não pode exceder:

1. 25% (vinte e cinco por cento) do projeto ou do patrimônio líquido do fundo, em se tratando dos investimentos da própria entidade; e

2. 40% (quarenta por cento) do projeto ou do patrimônio líquido do fundo, em se tratando dos investimentos da entidade fechada de previdência complementar em conjunto com os investimentos da(s) própria(s) patrocinadora(s), de sua(s) controladora(s), de sociedades por ela(s) direta ou indiretamente controladas e de coligadas ou outras sociedades sob controle comum.

Parágrafo único. O cumprimento do limite disposto no inciso II, alínea "b", item 2, é de inteira responsabilidade da entidade fechada de previdência complementar, que deverá manter, a qualquer

tempo, documentação comprobatória das referidas participações, ficando à disposição do conselho fiscal e da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

Art. 23. Para fins de verificação da observância dos limites de que trata o art. 22, inciso I, deve ser adicionado, ao total de ações, o total de bônus de subscrição e de debêntures conversíveis em ações de uma mesma companhia.

Do Empréstimo de Ações

Art. 24. As ações integrantes das diversas carteiras que compõem o segmento de renda variável podem ser objeto de empréstimo, observadas as condições estabelecidas na Resolução nº 3.278, de 2005, e a regulamentação baixada pela Comissão de Valores Mobiliários, devendo, mesmo nessa condição, ser computadas para fins de verificação da observância dos limites estabelecidos nos arts. 21 e 22.

Seção III

Do Segmento de Imóveis

Das Carteiras

Art. 25. No segmento de imóveis, os investimentos da espécie, segundo a correspondente natureza, devem ser classificados nas seguintes carteiras:

I - carteira de desenvolvimento;

II - carteira de aluguéis e renda;

III - carteira de fundos imobiliários; ou

IV - carteira de outros investimentos imobiliários.

Art. 26. Incluem-se na carteira de desenvolvimento os investimentos, em regime de co-participação, na realização de empreendimentos imobiliários, com vistas a sua ulterior alienação.

Art. 27. Incluem-se na carteira de aluguéis e renda os investimentos em imóveis e na realização de empreendimentos imobiliários, com a finalidade de obter rendimentos sob a forma de aluguel ou renda de participações.

Art. 28. Incluem-se na carteira de fundos imobiliários os investimentos em cotas de fundos de investimento imobiliário.

Art. 29. Incluem-se na carteira de outros investimentos imobiliários os investimentos em imóveis de uso próprio, imóveis recebidos em dação em pagamento ou como produto da execução de dívidas ou garantias e outros imóveis não classificáveis nas carteiras referidas nos arts. 26 a 28.

Dos Limites

Art. 30. Os recursos garantidores do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar aplicados no segmento de imóveis subordinam-se aos seguintes limites:

I - até 11% (onze por cento); e

II - até 8% (oito por cento), a partir de 1º de janeiro de

2009.

Parágrafo único. Até o respectivo enquadramento no limite de 8% (oito por cento) previsto neste artigo, fica a entidade fechada de previdência complementar impedida de efetuar novas aquisições que onerem os excessos porventura verificados relativamente ao referido limite na data da entrada em vigor desta resolução.

Art. 31. Adicionalmente aos limites estabelecidos no art. 30:

I - o total das aplicações da entidade fechada de previdência complementar não pode exceder:

a) 25% (vinte e cinco por cento) do empreendimento correspondente, no caso da carteira de desenvolvimento (art. 26); e

b) 25% (vinte e cinco por cento) do patrimônio líquido de um mesmo fundo de investimento imobiliário, no caso da carteira de fundos imobiliários (art. 28);

II - o total das aplicações em um único imóvel não pode representar mais que 4% (quatro por cento) dos recursos garantidores do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar, no caso da carteira de outros investimentos imobiliários (art. 29).

Das Avaliações

Art. 32. Relativamente aos imóveis que compõem o segmento de imóveis:

I - as aquisições e as alienações respectivas devem ser precedidas de, pelo menos, uma avaliação efetuada de acordo com os critérios estabelecidos pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social; e

II - devem ser reavaliados pelo menos uma vez a cada 3 (três) anos contados da data da última avaliação, de acordo com os critérios estabelecidos pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

Art. 33. A diferença entre o valor de reavaliação e o valor contabilizado dos imóveis não será computada para efeito de enquadramento aos limites estabelecidos nos arts. 30 e 31 pelo prazo de 12 (doze) meses contados da data de reavaliação, devendo a mesma ser objeto de referência expressa nas notas explicativas dos balanços patrimoniais dos planos de benefícios e da entidade fechada de previdência complementar, no exercício em que ocorrer a referida reavaliação.

Seção IV

Do Segmento de Empréstimos e Financiamentos

Das Carteiras

Art. 34. No segmento de empréstimos e financiamentos, os investimentos da espécie, segundo a correspondente natureza, devem ser classificados nas seguintes carteiras:

I - carteira de empréstimos a participantes e assistidos; ou

II - carteira de financiamentos imobiliários a participantes

e assistidos.

Art. 35. Incluem-se na carteira de empréstimos a participantes e assistidos as operações de empréstimo realizadas entre o plano de benefícios e seus participantes e assistidos, bem como os valores mobiliários que sejam lastreados em recebíveis oriundos, direta ou indiretamente, desses empréstimos.

Art. 36. Incluem-se na carteira de financiamentos imobiliários a participantes e assistidos as operações de financiamento imobiliário realizadas entre o plano de benefícios e seus participantes e assistidos, bem como os valores mobiliários que sejam lastreados em recebíveis oriundos, direta ou indiretamente, desses financiamentos imobiliários.

Dos Limites

Art. 37. Os recursos garantidores do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar aplicados nas carteiras que compõem o segmento de empréstimos e financiamentos subordinam-se aos seguintes limites:

I - até 15% (quinze por cento), no conjunto dos investimentos; e

II - até 10% (dez por cento), no caso dos investimentos incluídos na carteira de financiamentos imobiliários a participantes e assistidos.

Dos Encargos Financeiros

Art. 38. Os encargos financeiros correspondentes às

operações de empréstimos e de financiamentos imobiliários realizadas entre os planos de benefícios administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar e seus participantes e assistidos não podem ser inferiores à taxa mínima atuarial, no caso de plano constituído na modalidade benefício definido, ou inferiores ao índice de referência estabelecido na política de investimentos, no caso de plano constituído em outras modalidades, acrescidos de uma taxa representativa do custo administrativo e operacional das carteiras que compõem o segmento de empréstimos e financiamentos.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E DOS LIMITES

Seção I

Dos Derivativos

Art. 39. É facultada às entidades fechadas de previdência complementar, com os recursos garantidores de cada plano de benefícios que administram, a realização de operações com derivativos em bolsa de valores ou em bolsa de mercadorias e de futuros, exclusivamente na modalidade "com garantia", observado que:

I - as operações com o objetivo de proteção, subordinam-se, no âmbito de cada plano de benefícios, ao limite do valor das posições detidas à vista;

II - as operações que não tenham o objetivo de proteção das posições detidas à vista devem ter igual valor aplicado em títulos de emissão do Tesouro Nacional (art. 9º, inciso I), desde que estes não estejam vinculados a quaisquer outras operações;

III - para fins da verificação do enquadramento da entidade fechada de previdência complementar nos limites referidos nos incisos I e II, devem ser considerados;

a) o valor nominal das pontas passivas dos contratos, no caso de operações de swap, contratos a termo e contratos futuros; e

b) o preço de exercício acrescido ou reduzido do valor do prêmio pago ou recebido, respectivamente, no caso de operações com opções;

IV - é obrigatória a prévia existência de procedimentos de controle e de avaliação do risco de mercado e dos demais riscos inerentes às operações com derivativos, sendo que os documentos que fundamentaram tais procedimentos deverão permanecer na entidade fechada de previdência complementar à disposição do conselho fiscal e da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

Parágrafo único. O valor das posições em derivativos de que trata o inciso II deverá ser adicionado ao valor das posições à vista para efeito de verificação dos limites estabelecidos neste regulamento.

Art. 40. Consideram-se como operações de renda fixa, observado o disposto no art. 39, aquelas com derivativos que, ainda que referenciados em ativos de renda variável, resultem em rendimentos predeterminados.

Seção II

Dos Fundos de Investimento

Art. 41. Os fundos de investimento de que trata este regulamento devem ser registrados na Comissão de Valores Mobiliários.

Art. 42. Equiparam-se às aplicações realizadas diretamente pela entidade fechada de previdência complementar aquelas efetuadas por meio de carteiras administradas ou por meio de fundos de investimento, que não fundos de investimento em empresas emergentes e fundos de investimento em participações.

Art. 43. As aplicações em cotas de fundos de investimento e em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento, e as aplicações por meio de carteiras administradas e de sociedades de propósito específico somente podem ser realizadas se os ativos e as demais modalidades operacionais integrantes das correspondentes carteiras, nas proporções das participações do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar, consolidados com os investimentos por elas realizados diretamente, satisfizerem integralmente os limites e requisitos estabelecidos neste regulamento.

§ 1º Excetua-se das disposições do caput:

I - os fundos de investimento e os fundos de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como fundos de dívida externa, os fundos de investimento em empresas emergentes, os fundos de investimento em participações, os fundos de investimento imobiliário, os fundos de investimento em direitos creditórios e os fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios;

II - os fundos de investimento e os fundos de investimento

em cotas de fundos de investimento classificados como previdenciários, constituídos sob a forma de condomínio aberto nos casos em que, em conjunto com outros fundos de investimento classificados como previdenciários, abrangerem a totalidade dos recursos garantidores do plano de benefícios da entidade fechada de previdência complementar, observado o disposto nos arts. 44 e 45; e

III - os fundos de investimento e os fundos de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como multimercado, constituídos sob a forma de condomínio aberto, incluídos na carteira de renda variável - outros ativos (art. 20, inciso VI), observado o disposto no art. 44.

§ 2º As disposições deste artigo devem ser observadas na hipótese de aplicações em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios e em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios não classificados como de baixo risco de crédito, nos termos do art. 9º, inciso VIII, bem como aqueles que contenham em suas carteiras, direta ou indiretamente, conforme o caso, direitos creditórios e títulos representativos desses direitos em que a(s) patrocinadora(as), a(s) sua(s) controladora(s), as sociedades por ela(s) direta ou indiretamente controladas e as coligadas ou outras sociedades sob controle comum figurem como devedoras ou prestem fiança, aval, aceite ou sejam coobrigadas sob qualquer forma, quando representativos de percentual igual ou superior a 5% (cinco por cento) da carteira do fundo.

Art. 44. As aplicações em cotas de um mesmo fundo de investimento ou fundo de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como previdenciários (art. 9º, inciso IX, e art. 18, inciso III) não podem exceder:

I - 20% (vinte por cento) dos recursos garantidores da entidade fechada de previdência complementar; e

II - 25% (vinte e cinco por cento) do patrimônio líquido do fundo de investimento.

Parágrafo único. O limite máximo previsto no inciso II deve ser observado no caso de aplicações em cotas de um mesmo fundo de investimento ou fundo de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como multimercado (art. 20, inciso VI).

Art. 45. A aplicação em cotas de fundos de investimento e em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como previdenciários, constituídos sob a forma de condomínio aberto, subordina-se a que o regulamento do fundo:

I - determine aos gestores e administradores a obediência às regras e limites estabelecidos nesta resolução e às normas baixadas pela Comissão de Valores Mobiliários; e

II - preveja o envio das informações da carteira de aplicações do fundo de investimento para a Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social, na forma e periodicidade por esta estabelecida, devendo o prospecto e o termo de adesão respectivo dar ciência aos cotistas sobre tais obrigatoriedades.

§ 1º Os limites de aplicação e diversificação para os fundos de investimento referidos no caput, quando mais restritivos, prevalecerão em relação àqueles previstos nas normas sobre fundos de investimento baixadas pela Comissão de Valores Mobiliários.

§ 2º Os fundos de investimento previdenciários classificados como ações de que trata o art. 18, inciso III, subordinam-se aos seguintes limites:

I - até 100% (cem por cento), no caso de ações de emissão de companhias que, em função de adesão aos padrões de governança corporativa definidos, conforme Anexos I e II a este regulamento, por bolsa de valores ou entidade mantenedora de mercado de balcão organizado autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, sejam admitidas à negociação em segmento especial mantido nos moldes do Novo Mercado ou classificadas nos moldes do Nível 2 da Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa);

II - até 90% (noventa por cento), no caso de ações de emissão de companhias que, em função de adesão aos padrões de governança corporativa definidos, conforme Anexo II a este regulamento, por bolsa de valores ou entidade mantenedora de mercado de balcão organizado autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, sejam classificadas nos moldes do Nível 1 da Bovespa;

III - até 80% (oitenta por cento), no caso de ações de emissão de companhias que, em função de adesão aos padrões de governança corporativa definidos, conforme Anexo III a este regulamento, por bolsa de valores ou entidade mantenedora de mercado de balcão organizado autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, sejam admitidas à negociação em segmento especial mantido nos moldes do Bovespa Mais; e

IV - até 70% (setenta por cento), no caso de ações de emissão de companhias que não aquelas referidas nos incisos I, II e III.

Art. 46. No caso de aplicações em cotas de fundos de investimento e em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como fundos de dívida externa, em cotas de fundos de investimento em empresas emergentes, em cotas de fundos de investimento em participações, em cotas de fundos de investimento imobiliário, em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios, em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios, em cotas de fundos de investimento e em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento classificados como multimercado, bem como de investimentos em sociedades de propósito específico, devem ser prestadas à Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social informações relativamente aos ativos e às demais modalidades operacionais integrantes das correspondentes carteiras, nos termos e condições estabelecidos por aquela Secretaria.

Seção III

Da Taxa de Performance

Art. 47. Relativamente à aplicação de recursos garantidores do plano de benefícios em cotas de fundos de investimento ou por meio de carteiras administradas, pode ser paga taxa de performance, com periodicidade mínima semestral ou no momento do resgate e exclusivamente em espécie, à vista, baseada no desempenho do fundo ou da carteira administrada e obtida segundo critérios estabelecidos de acordo com a regulamentação baixada pela Comissão de Valores Mobiliários, devida sempre que o valor dos resultados do fundo ou da carteira excederem a valorização de, no mínimo, 100% (cem por cento), do índice de referência e superarem o valor nominal da aplicação inicial ou o valor do investimento na data em que tenha havido a última cobrança, observado o seguinte:

I - os índices de referência admitidos para as carteiras de renda fixa são a taxa Selic, a taxa DI-Cetip, o IMA e seus sub-índices ou outros índices aprovados por decisão conjunta da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social e da Comissão de Valores Mobiliários;

II - os índices de referência admitidos para as carteiras de renda variável são o Ibovespa, o IBrX, o IBrX-50, o FGV-100, o IGC, o ITAG, o ISE ou outros índices aprovados por decisão conjunta da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social e da Comissão de Valores Mobiliários; e

III - os índices de referência podem ser livremente pactuados no caso dos seguintes investimentos:

a) cotas de fundos de investimento e cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento, classificados como fundos de ações, em que mais da metade do patrimônio seja constituído por valores mobiliários não pertencentes ao conjunto das ações que representem, em ordem decrescente de participação, até 70% (setenta por cento) de qualquer um dos principais índices do mercado acionário, Ibovespa, IBA, IBrX, IBrX-50, FGV-100, MSCI-Brazil, IGC, ITAG e ISE ou outros índices aprovados por decisão conjunta da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social e da Comissão de Valores Mobiliários; ou

b) cotas de fundos de investimento em empresas emergentes e cotas de fundos de investimento em participações, nos termos da regulamentação baixada pela Comissão de Valores Mobiliários, observado que o pagamento da taxa de performance somente será permitido após ter sido retornado ao cotista seu investimento

original, corrigido nos termos do regulamento ou contrato.

Parágrafo único. Exceto nos casos de fundos de investimento em empresas emergentes e de fundos de investimento em participações, poderá ser iniciado um novo período de cálculo da taxa de performance a cada 5 (cinco) anos.

Seção IV

Das Condições e Limites Gerais

Art. 48. Somente podem integrar os diversos segmentos e carteiras referidos neste regulamento ações, debêntures e outros valores mobiliários de distribuição pública, bônus de subscrição de companhias abertas e certificados de depósito de ações cuja distribuição tenha sido registrada na Comissão de Valores Mobiliários, ressalvados os casos expressamente previstos neste regulamento.

Art. 49. O total das aplicações em valores mobiliários de uma mesma série, exceto ações, bônus de subscrição de ações, recibos de subscrição de ações de uma empresa, certificados de recebíveis imobiliários e debêntures de emissão de sociedades de propósito específico incluídas na carteira de participações, não pode exceder:

I - 25% (vinte e cinco por cento) da série, em se tratando dos investimentos da própria entidade; e

II - 40% (quarenta por cento) da série, em se tratando dos investimentos da entidade fechada de previdência complementar em conjunto com os investimentos da(s) própria(s) patrocinadora(s), de sua(s) controladora(s), de sociedades por ela(s) direta ou

indiretamente controladas e de coligadas ou outras sociedades sob controle comum.

Parágrafo único. O cumprimento do limite disposto no inciso II é de inteira responsabilidade da entidade fechada de previdência complementar, que deverá manter, a qualquer tempo, documentação comprobatória das referidas aplicações, ficando à disposição do conselho fiscal e da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

Art. 50. As aplicações em quaisquer títulos ou valores mobiliários de emissão ou coobrigação de uma mesma instituição financeira, de sua controladora, de sociedades por ela direta ou indiretamente controladas e de coligadas ou outras sociedades sob controle comum não podem exceder, no seu conjunto, 20% (vinte por cento) dos recursos garantidores do plano de benefícios, aí computados não só os objeto de compra definitiva, mas, também, aqueles objeto de empréstimo e de operações compromissadas e os integrantes das carteiras dos fundos dos quais as entidades fechadas de previdência complementar participarem, na proporção das respectivas participações.

Art. 51. As aplicações em quaisquer títulos ou valores mobiliários de emissão ou coobrigação de uma mesma pessoa jurídica não financeira, de sua controladora, de sociedades por ela direta ou indiretamente controladas e de coligadas ou outras sociedades sob controle comum, bem como de um mesmo estado ou município não podem exceder, no seu conjunto, 10% (dez por cento) dos recursos garantidores do plano de benefícios, aí computados não só os objeto de compra definitiva mas também aqueles objeto de empréstimo e de operações compromissadas e os integrantes das carteiras dos fundos dos quais as entidades fechadas de previdência complementar

participarem, na proporção das respectivas participações.

Art. 52. As aplicações em quaisquer títulos ou valores mobiliários de emissão ou coobrigação da(s) própria(s) patrocinadora(s), instituição financeira ou não, de sua(s) controladora(s), de sociedades por ela(s) direta ou indiretamente controladas e de coligadas ou outras sociedades sob controle comum não podem exceder 10% (dez por cento) dos recursos garantidores do plano de benefícios, aí computados não só os objeto de compra definitiva mas também aqueles objeto de empréstimo e de operações compromissadas e os integrantes das carteiras dos fundos dos quais as entidades fechadas de previdência complementar participarem, na proporção das respectivas participações.

Parágrafo único. Para fins da verificação da observância do limite de que trata este artigo, devem ser computadas as aplicações em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios e em cotas de fundos de investimento em cotas de fundos de investimento em direitos creditórios (arts. 9º, inciso VIII, e 10, inciso VI) cujas carteiras contenham, direta ou indiretamente, conforme o caso, direitos creditórios e títulos representativos desses direitos em que a(s) patrocinadora(s), a(s) sua(s) controladora(s), as sociedades por ela(s) direta ou indiretamente controladas e as coligadas ou outras sociedades sob controle comum figurem como devedoras ou prestem fiança, aval, aceite ou sejam coobrigadas sob qualquer forma.

Art. 53. As ações e debêntures de emissão de companhias fechadas, inclusive aquelas de emissão de companhias adquiridas no âmbito do Programa Nacional de Desestatização (PND) e de programas estaduais ou municipais de privatização, quando representativas de percentual igual ou superior a 0,5% (cinco décimos por cento) do capital social da companhia desestatizada, somente podem ser

alienadas por meio de leilão especial em bolsa de valores ou em mercado de balcão organizado, observadas as condições estabelecidas pela Comissão de Valores Mobiliários, exceto quando se tratar de alienação de participação acionária vinculada a controle.

Art. 54. Os limites estabelecidos nos arts. 50 a 52 não se aplicam aos títulos de emissão do Tesouro Nacional e aos créditos securitizados pelo Tesouro Nacional.

Art. 55. Não serão considerados como infringência aos limites de que trata este regulamento eventuais excessos:

I - em razão de valorização de determinados ativos financeiros ou modalidades operacionais relativamente à dos demais integrantes dos diversos segmentos e carteiras referidos neste regulamento;

II - em razão do recebimento de ações em bonificação ou como produto da conversão de debêntures ou do recebimento de ações ou debêntures conversíveis provenientes do exercício do direito de preferência; ou

III - em razão de alterações verificadas na composição dos índices referidos no art. 22, inciso I, alínea "c".

§ 1º Os excessos referidos neste artigo, sempre que verificados, devem ser eliminados no prazo de 360 (trezentos e sessenta) dias.

§ 2º A contagem do prazo de que trata o § 1º será suspensa enquanto o montante financeiro do desenquadramento permanecer inferior ao resultado superavitário acumulado do respectivo plano de

benefícios, sem prejuízo das disposições do art. 20, § 2º, da Lei Complementar nº 109, de 29 de maio de 2001, devidamente deduzidos os créditos contratados com o(s) patrocinador(es) e as provisões matemáticas a constituir.

§ 3º Até o respectivo enquadramento, fica a entidade fechada de previdência complementar impedida de efetuar novos investimentos que agravem os excessos verificados.

CAPÍTULO IV

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS APLICÁVEIS ÀS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR

Seção I

Do Administrador Responsável

Art. 56. Nos termos do art. 35, § 5º, da Lei Complementar nº 109, de 2001, a entidade fechada de previdência complementar deve designar administrador estatutário tecnicamente qualificado, responsável civil, criminal e administrativamente, pela gestão, alocação, supervisão, controle de risco e acompanhamento dos recursos garantidores de seus planos de benefícios, bem como pela prestação de informações relativas à aplicação dos mesmos, sem prejuízo da responsabilidade solidária dos demais administradores.

§ 1º É facultada à entidade fechada de previdência complementar a designação de administrador estatutário responsável para cada um dos segmentos de aplicação referidos neste regulamento.

§ 2º O administrador referido neste artigo, os demais

administradores, as pessoas jurídicas referidas nos arts. 57, 58 e 59, inciso II, os procuradores com poderes de gestão, o interventor e o liquidante, conforme o caso, responderão, por ação ou omissão, pelas infrações, danos ou prejuízos que causarem à entidade fechada de previdência complementar ou a seus planos de benefícios, bem como pela não observância da política de investimentos dos recursos garantidores de seus planos de benefícios, ou pela utilização de critérios inconsistentes de avaliação de risco.

Seção II

Das Contratações

Do Agente Custodiante

Art. 57. A entidade fechada de previdência complementar deve manter contratada uma ou mais pessoas jurídicas registradas na Comissão de Valores Mobiliários para o exercício da atividade de custódia de valores mobiliários, para atuar como agente custodiante e responsável pelos fluxos de pagamentos e recebimentos relativos às operações realizadas no âmbito dos segmentos de renda fixa e de renda variável.

Da Auditoria Independente

Art. 58. A entidade fechada de previdência complementar deve incumbir a pessoa jurídica registrada na Comissão de Valores Mobiliários, contratada para a prestação do serviço de auditoria independente, da avaliação da pertinência dos procedimentos técnicos, operacionais e de controle de seus investimentos.

Das Outras Contratações

Art. 59. É facultada à entidade fechada de previdência complementar a contratação:

I - de pessoas jurídicas especializadas na prestação de serviços de consultoria, registradas na Comissão de Valores Mobiliários, objetivando a análise e seleção de ativos e modalidades operacionais para comporem os diversos segmentos e carteiras referidos neste regulamento; ou

II - de pessoas jurídicas, autorizadas ou credenciadas nos termos da legislação em vigor para o exercício profissional de administração de carteiras, sem prejuízo da responsabilidade da própria entidade fechada de previdência complementar, de sua diretoria-executiva e do administrador designado nos termos do art. 56.

Seção III

Do Controle e da Avaliação dos Riscos

Art. 60. A entidade fechada de previdência complementar deve, no âmbito de cada plano de benefícios, calcular a divergência não planejada entre o valor de um conjunto de investimentos e o valor projetado para esse mesmo conjunto de investimentos, no qual deverá ser considerada a taxa mínima atuarial, no caso de plano de benefícios constituído na modalidade benefício definido, ou índice de referência estabelecido na política de investimentos, para plano de benefícios constituídos em outras modalidades.

§ 1º A entidade fechada de previdência complementar deve

efetuar o acompanhamento previsto no caput para cada segmento e para o conjunto dos segmentos de aplicação.

§ 2º A responsabilidade pelo cálculo de que trata o caput incumbe ao administrador referido no art. 56.

Art. 61. A entidade fechada de previdência complementar deve identificar, avaliar, controlar e monitorar os riscos sistêmico, de crédito, de mercado, de liquidez, operacional e legal e a segregação de funções do gestor e do agente custodiante, bem como observar o potencial conflito de interesses e a concentração operacional em contrapartes do mesmo conglomerado econômico-financeiro, com o objetivo de manter equilibrados os aspectos prudenciais e a gestão de custos.

§ 1º A entidade fechada de previdência complementar deve observar que a ausência de liquidez e o prazo de vencimento de um ativo ou modalidade de investimento tornam preponderante a avaliação do respectivo risco de crédito.

§ 2º As análises referidas neste artigo e os documentos que as fundamentaram deverão permanecer na entidade fechada de previdência complementar à disposição do conselho fiscal e da Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

Seção IV

Da Avaliação da Gestão pelo Conselho Fiscal

Art. 62. Cabe ao conselho fiscal da entidade fechada de previdência complementar avaliar a aderência da gestão de recursos

pela direção da entidade à regulamentação em vigor e à política de investimentos, de acordo com critérios estabelecidos pelo Conselho de Gestão da Previdência Complementar.

Seção V

Do Registro dos Títulos e Valores Mobiliários

Art. 63. Os títulos e valores mobiliários integrantes dos diversos segmentos e carteiras dos planos de benefícios administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar devem ser registrados em conta individualizada no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), na Câmara de Custódia e Liquidação (Cetip) ou em sistemas de registro e de liquidação financeira de ativos autorizados a funcionar pelo Banco Central do Brasil ou pela Comissão de Valores Mobiliários, nas suas respectivas áreas de competência.

§ 1º Os registros devem permitir a identificação do comitente final, com a conseqüente segregação do patrimônio da entidade fechada de previdência complementar do patrimônio do agente custodiante e liquidante.

§ 2º Os recursos, quando em espécie, devem permanecer obrigatoriamente depositados em instituições financeiras bancárias.

§ 3º Os títulos e valores mobiliários de emissão de sociedade de propósito específico que não sejam passíveis de registro, conforme disposto no caput, devem ser mantidos depositados em instituição financeira ou entidade autorizada à prestação desse serviço pelo Banco Central do Brasil ou pela Comissão de Valores Mobiliários.

Art. 64. As entidades fechadas de previdência complementar devem aplicar recursos garantidores dos planos de benefícios que administram exclusivamente em títulos e valores mobiliários detentores de identificação com código ISIN (International Securities Identification Number).

Seção VI

Das Vedações

Art. 65. É vedado às entidades fechadas de previdência complementar:

I - realizar operações entre planos de benefícios, exceto nos casos de migração de recursos, desde que observadas as condições estabelecidas pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social.

II - atuar como instituição financeira, bem como conceder, a pessoas físicas ou jurídicas, inclusive sua(s) patrocinadora(s), empréstimos ou financiamentos ou abrir crédito sob qualquer modalidade, ressalvadas as aplicações e os financiamentos previstos neste regulamento e os casos específicos de planos de benefícios e programas de assistência de natureza social e financeira destinados a seus participantes e assistidos, devidamente autorizados pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social;

III - realizar as operações denominadas day-trade, assim consideradas aquelas iniciadas e encerradas no mesmo dia, independentemente de a entidade fechada de previdência complementar

possuir estoque ou posição anterior do mesmo ativo;

IV - atuar em mercados derivativos, por meio de carteira própria, carteira administrada, fundos de investimento ou em fundos de investimento em cotas de fundos de investimento:

a) em posições que gerem exposição superior a uma vez os recursos garantidores do plano de benefícios ou o patrimônio líquido dos fundos, respectivamente; e

b) em operações a descoberto;

V - atuar na qualidade de incorporadora, de forma direta ou por meio de fundos de investimento, no caso das aplicações no segmento de imóveis;

VI - a aquisição e a manutenção de aplicações em terrenos;

VII - realizar operações com ações por meio de negociações privadas, ressalvados os casos expressamente previstos neste regulamento e na regulamentação em vigor e aqueles previamente autorizados pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social;

VIII - atuar em modalidades operacionais ou negociar com duplicatas, títulos de crédito ou outros ativos que não os previstos neste regulamento ou os que venham a ser autorizados pelo Conselho Monetário Nacional;

IX - aplicar recursos na aquisição de ações de emissão de companhias sem registro para negociação tanto em bolsa de valores quanto em mercado de balcão organizado, ressalvados os casos

expressamente previstos neste regulamento;

X - aplicar recursos na aquisição de ações de companhias que não estejam admitidas à negociação em segmento especial nos moldes do Novo Mercado ou do Bovespa Mais nem classificadas nos moldes do Nível 2 da Bovespa, conforme Anexos I, II e III a este regulamento, salvo se tiverem realizado sua primeira distribuição pública de ações anteriormente à data da entrada em vigor desta resolução;

XI - aplicar recursos no exterior, ressalvados os casos expressamente previstos neste regulamento;

XII - prestar fiança, aval, aceite ou coobrigar-se sob qualquer outra forma;

XIII - locar, emprestar, empenhar ou caucionar títulos e valores mobiliários integrantes de suas carteiras, ressalvadas as hipóteses de:

a) prestação de garantia nas operações próprias com derivativos e demais títulos e valores mobiliários de renda fixa realizadas em sistemas de compensação e liquidação autorizados a funcionar pelo Banco Central do Brasil, nos termos da Lei nº 10.214, de 2001;

b) permissão para a realização de operações de empréstimo de títulos e valores mobiliários (arts. 16 e 24);

c) prestação de garantia de ações judiciais, no âmbito de cada plano de benefícios, quando houver exigência legal ou determinação do Poder Judiciário; ou

d) demais casos autorizados pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social, ouvidos, quando couber, o Banco Central do Brasil ou a Comissão de Valores Mobiliários.

§ 1º As disposições dos incisos III, IV, XI e XIII deste artigo não se aplicam aos fundos de investimento classificados como multimercado de que trata o art. 20, inciso VI.

§ 2º O disposto neste artigo não se aplica:

I - às aquisições de participações em câmaras e em prestadores de serviços de compensação e de liquidação que operem qualquer um dos sistemas integrantes do Sistema de Pagamentos Brasileiro, desde que entendidas necessárias ao exercício da atividade de gestão de carteira e autorizadas pela Secretaria de Previdência Complementar do Ministério da Previdência Social;

II - com relação ao inciso IX, aos investimentos incluídos na carteira de participações (art. 19), desde que as sociedades de propósito específico e as empresas emissoras dos ativos integrantes das carteiras dessas sociedades, dos fundos de investimento em empresas emergentes e dos fundos de investimento em participações não sejam consideradas companhias abertas.

ANEXO I

Práticas de governança necessárias à admissão de companhias para negociação de ações de sua emissão em segmento especial nos moldes do Novo Mercado da Bovespa:

I - proibição de emissão de ações preferenciais;

II - manutenção em circulação de uma parcela mínima de ações representando 25% (vinte e cinco por cento) do capital;

III - realização de ofertas públicas de colocação de ações por meio de mecanismos que favoreçam a dispersão do capital;

IV - inexistência de partes beneficiárias emitidas;

V - extensão para todos os acionistas das mesmas condições obtidas pelos controladores quando da venda do controle da companhia;

VI - estabelecimento de um mandato unificado de até dois anos para todo o Conselho de Administração, sendo que ao menos 20% (vinte por cento) dos conselheiros sejam independentes;

VII - disponibilização de balanço anual seguindo as normas de contabilidade promulgadas pelo International Accounting Standards Committee (IASC GAAP) ou utilizadas nos Estados Unidos da América (US GAAP);

VIII - introdução de melhorias nas informações prestadas trimestralmente, entre as quais a exigência de consolidação e de revisão especial;

IX - obrigatoriedade de realização de uma oferta de compra de todas as ações em circulação, pelo valor econômico, nas hipóteses de fechamento do capital ou cancelamento do registro de negociação no Novo Mercado;

X - cumprimento de regras de disclosure em negociações envolvendo ativos de emissão da companhia por parte de seus acionistas

controladores ou de seus administradores;

XI - divulgação de contratos com partes relacionadas, acordos de acionistas e programas de opções de aquisição de ações ou de outros títulos ou valores mobiliários de emissão da companhia;

XII - disponibilização de um calendário anual de eventos corporativos;

XIII - adesão à câmara de arbitragem para resolução de conflitos societários.

ANEXO II

Práticas de governança necessárias à classificação de companhias nos moldes dos Níveis 1 e 2 da Bovespa:

Nível 1:

I - manutenção em circulação de uma parcela mínima de ações, representando 25% (vinte e cinco por cento) do capital;

II - realização de ofertas públicas de colocação de ações através de mecanismos que favoreçam a dispersão do capital;

III - inexistência de partes beneficiárias emitidas;

IV - introdução de melhorias nas informações prestadas trimestralmente, entre as quais a exigência de consolidação e de revisão especial;

V - cumprimento de regras de disclosure em operações

envolvendo ativos de emissão da companhia por parte de seus acionistas controladores ou de seus administradores;

VI - divulgação de contratos com partes relacionadas, acordos de acionistas e programas de opções de aquisição de ações ou de outros títulos ou valores mobiliários de emissão da companhia; e

VII - disponibilização de um calendário anual de eventos corporativos;

Nível 2:

I - todas as práticas relacionadas como necessárias para o Nível 1;

II - estabelecimento de um mandato unificado de até dois anos para todo o Conselho de Administração, sendo que ao menos 20% (vinte por cento) dos conselheiros sejam independentes;

III - disponibilização de balanço anual seguindo as normas de contabilidade promulgadas pelo International Accounting Standards Committee (IASC GAAP) ou utilizadas nos Estados Unidos da América (US GAAP);

IV - extensão para todos os acionistas detentores de ações ordinárias das mesmas condições obtidas pelos acionistas controladores quando da venda do controle da companhia e de 80% (oitenta por cento) desse valor para os detentores de ações preferenciais;

V - direito de voto às ações preferenciais nas seguintes matérias:

a) transformação, incorporação, cisão e fusão da companhia;

b) aprovação de contratos entre a companhia e os acionistas controladores, diretamente ou por meio de terceiros, assim como de outras sociedades nas quais os acionistas controladores tenham interesse, sempre que, por força de disposição legal ou estatutária, sejam deliberados em assembléia geral;

c) avaliação de bens destinados à integralização de aumento de capital da companhia;

d) escolha de empresa especializada para determinação do valor econômico da companhia, para efeito das hipóteses referidas no inciso VI deste Nível; e

e) alteração ou revogação de dispositivos estatutários que alterem ou modifiquem qualquer das exigências previstas neste inciso;

VI - obrigatoriedade de realização de uma oferta de compra de todas as ações em circulação, pelo valor econômico, nas hipóteses de fechamento do capital ou de cancelamento do registro deste Nível; e

VII - adesão à câmara de arbitragem para resolução de conflitos societários.

ANEXO III

Práticas de governança necessárias à admissão de companhias para negociação de ações de sua emissão em segmento especial nos moldes do Bovespa Mais:

I - proibição de emissão de ações preferenciais;

II - inexistência de partes beneficiárias emitidas;

III - extensão para todos os acionistas detentores de ações ordinárias das mesmas condições obtidas pelos controladores quando da venda do controle da companhia;

IV - estabelecimento de um mandato unificado de até dois anos para todo o conselho de administração;

V - introdução de melhorias nas informações prestadas trimestralmente, entre as quais a exigência de consolidação;

VI - obrigatoriedade de realização de uma oferta de compra de todas as ações ordinárias em circulação, pelo valor econômico, nas hipóteses de fechamento do capital ou cancelamento do registro de negociação no Bovespa Mais;

VII - cumprimento de regras de disclosure em negociações envolvendo ativos de emissão da companhia por parte de seus acionistas controladores;

VIII - divulgação de contratos com partes relacionadas;

IX - disponibilização de um calendário anual de eventos corporativos; e

X - adesão à câmara de arbitragem para resolução de conflitos societários.