



FACULDADE DE ECONOMIA E FINANÇAS IBMEC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM  
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PROFISSIONALIZANTE EM ADMINISTRAÇÃO**

**AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIA DINÂMICA  
BASEADA EM RISCO NA GESTÃO DE ATIVOS  
DE FUNDOS DE PENSÃO NO BRASIL**

**HEDMILTON MOURÃO CARDOSO**

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ VALENTIM MACHADO VICENTE

**Rio de Janeiro, 06 de março de 2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**“AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIA DINÂMICA BASEADA EM RISO NA GESTÃO  
DE ATIVOS DE FUNDOS DE PENSÃO NO BRASIL”**

**HEDMILTON MOURÃO CARDOSO**

Dissertação apresentada ao curso de  
Mestrado Profissionalizante em  
Administração como requisito parcial para  
obtenção do Grau de Mestre em  
Administração.

Área de Concentração: Administração  
Geral

**ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ VALENTIM MACHADO VICENTE**

Rio de Janeiro, 06 de março de 2009.

**“AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIA DINÂMICA BASEADA EM RISO NA GESTÃO  
DE ATIVOS DE FUNDOS DE PENSÃO NO BRASIL”**

HEDMILTON MOURÃO CARDOSO

Dissertação apresentada ao curso de  
Mestrado Profissionalizante em  
Administração como requisito parcial para  
obtenção do Grau de Mestre em  
Administração.  
Área de Concentração: Administração  
Geral.

Avaliação:

BANCA EXAMINADORA:

---

PROFESSOR DR. JOSÉ VALENTIM MACHADO VICENTE (Orientador)  
Instituição: Faculdade de Economia e Finanças Ibmecc

---

PROFESSOR DR. ROBERTO MARCOS DA SILVA MONTEZANO  
Instituição: Faculdade de Economia e Finanças Ibmecc

---

PROFESSOR DR. JORGE CLAUDIO CAVALCANTE DE OLIVEIRA LIMA  
Instituição: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 06 de março de 2009.

332.671540981 Cardoso, Hedmilton Mourão

C268

Avaliação de estratégia dinâmica baseada em risco na gestão de ativos de fundos de pensão no Brasil / Hedmilton Mourão Cardoso - Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2009.

Dissertação de Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração das Faculdades Ibmecc, como requisito parcial necessário para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de concentração: Administração geral.

1. Fundos de pensão - Brasil. 2. Gestão de risco. 3. Investimentos – Retorno Total. 4. Gestão de ativos – Alocação dinâmica.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico ao meu saudoso pai, à minha mãe e à minha irmã, que me ensinaram a ter o conhecimento como o maior bem da vida. Aos meus saudosos irmãos, que me levaram a valorizar tantos outros bens intangíveis. À minha esposa e ao meu filho, pelo seu amor e apoio incondicional. Aos amigos pelo incentivo ao meu constante crescimento pessoal e intelectual.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela conjunção de fatores que me permitiram chegar até aqui. Agradeço à Fundação de Assistência e Previdência do BNDES - FAPES, pela aposta em meu desenvolvimento profissional, materializada no suporte financeiro integral da minha participação neste curso de mestrado.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Valentim Machado Vicente, pelo apoio e incentivo desde a escolha do tema e pelas idéias de melhoria para a dissertação. Ao Professores Doutor Roberto Marcos da Silva Montezano, pela disposição em ler, criticar e elaborar minuciosas sugestões para esta dissertação, desde o início de sua concepção. Ao Professor Doutor Jorge Claudio Cavalcante de Oliveira Lima, pela pronta aceitação de participação na banca examinadora.

Um agradecimento especial a Maria Alcina Rodrigues Batista Sanfins pelo fundamental auxílio no encontro de soluções estatísticas, matemáticas e de programação.

Agradeço à minha querida Fernanda Thurler que, além do apoio emocional e do incentivo nas horas de desânimo, fez a revisão do texto da dissertação.

Agradeço aos velhos amigos que muito me incentivaram a retomar os estudos. Agradeço aos ex-colegas e alguns novos amigos do Ibmec, pela oportunidade que me deram de debater idéias e conhecer um pouco de suas experiências e visões do mundo.

Agradeço a todos os professores do Curso de Mestrado Profissionalizante e a todos os funcionários do Ibmec-RJ, em especial à Rita de Cássia Coelho por seu atento e diligente suporte em vários momentos do curso.

## RESUMO

O objetivo desta dissertação é testar a aplicação da estratégia dinâmica de retorno total baseada em risco nos dados históricos das classes de ativos utilizadas nos investimentos dos fundos de pensão no Brasil. O Ibovespa, *benchmark* do mercado acionário brasileiro e o IMA-B, *benchmark* dos títulos públicos indexados à inflação, foram utilizados como ativos de risco. A taxa de juros básica SELIC foi considerada a aplicação livre de risco. Primeiramente o *backtest* foi estruturado de forma a verificar a influência nos retornos dos parâmetros necessários à aplicação da estratégia. Foi verificado também o retorno da estratégia dinâmica considerando as condições de limite de alocação a que são submetidos os fundos de pensão brasileiros. A estratégia dinâmica de retorno total, cuja construção se destina a obter ganhos nas fases de alta do mercado e proteger o investimento nas fases de baixa, foi analisada a partir de seus retornos diante dos movimentos de preços dos ativos no Brasil. Os retornos dos testes em que o Ibovespa foi o único ativo de risco foram compatíveis com o objetivo de limitar perdas no curto prazo e gerar retornos positivos no longo prazo. A ausência de uma série longa de dados impediu que os testes com a utilização do Ibovespa juntamente com o IMA-B, como ativos arriscados, fosse melhor avaliada quanto aos retornos de longo prazo. Nos resultados de curto prazo a limitação de perda ocorreu conforme o objetivo da estratégia.

Palavras Chave: Fundos de Pensão, Retorno Total, Alocação Dinâmica, Classe de Ativos, Gestão de Risco.

## **ABSTRACT**

The aim of this dissertation is to test the application of the total return risk-based dynamic strategy in the asset classes used by Brazilian pension funds. The Ibovespa, Brazilian equity benchmark, and the IMA-B, Brazilian inflation indexed government bonds benchmark were used as risk assets. The risk-free return was calculated using the basic overnight interest rate SELIC. First the backtesting was structured to verify the parameters influence in the strategy returns. It was also verified the strategy returns under the legal limits that the Brazilian pension funds have to comply. The total return dynamic strategy, that has a pro-cyclical construction was analyzed together the Brazilian asset price movements. In the backtesting the dynamic strategy succeeded in stopping short run loss and obtaining long run gains. The short data series available for IMA-B not allowed more consistent results in the backtesting with two risk classes in the long run. In this case, the strategy was also able to stop loss in the short run.

**Key Words:** Pension Fund, Total Return, Dynamic Allocation, Asset Class, Risk Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Linha de Mercado .....	1
Figura 2- Alocação de Ativos em 2006 em Países Seleccionados da OCDE .....	35
Figura 3- Alocação de Ativos em jun/2008 pelas EFPCs Brasileiras .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alocação da Renda Fixa em Títulos de Emissão do Setor Público em Países Selecionados da OCDE (% do total da Renda Fixa) .....	36
Tabela 2 – Limites Máximos de Alocação das EFPCs (% dos Recursos Garantidores).....	39
Tabela 3 – Índices de Mercado Andima para Títulos Emitidos pelo Tesouro Nacional.....	51
Tabela 4 – Rentabilidade da Estratégia de Alocação Dinâmica por Orçamento de Risco.....	66
Tabela 5 – Rentabilidade da Estratégia de Alocação Dinâmica por Nível de Confiança (1- $\alpha$ )	69
Tabela 6 – Rentabilidade das Alocações com e sem Ajuste Dinâmico.....	70
Tabela 7 – Rentabilidades Líquidas do Custo de Transação das Alocações com e sem Ajuste Dinâmico .....	75
Tabela 8 – Rentabilidade das Alocações com Base no Uso de Opções de Venda e na Estratégia de Alocação Dinâmica Baseada em Risco .....	77
Tabela 9 – Retorno e Giro da Estratégia de Alocação Dinâmica por Nível de Negociação Mínima .....	81
Tabela 10 – Rentabilidades Da Estratégia Dinâmica por Limite de Alocação em RV .....	83
Tabela 11 – Retorno e Giro da Estratégia Dinâmica por Limite de Alocação em RV.....	85
Tabela 12 – Rentabilidades Líquidas do Custo de Transação das Alocações com e sem Ajuste Dinâmico Utilizando Dois Ativos Arriscados .....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS

ALM	<i>Asset Liability Model</i>
ANDIMA	Associação Nacional das Instituições de Mercado Financeiro
BACEN	Banco Central do Brasil
BDR	<i>Brazilian Depositary Receipts</i>
BM&F	Bolsa de Mercadoria & Futuros
BOVESPA	Bolsa de Valores de São Paulo
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CCI	Cédula de Crédito Imobiliário
CDB	Certificado de Depósito Bancário
CDCA	Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio
CGPC	Conselho de Gestão de Previdência Complementar
CMN	Conselho Monetário Nacional
COPOM	Comitê de Política Monetária
CPI	Comissão Parlamentar de Inquérito
CPR	Cédula de Produto Rural
CRA	Certificado de Recebíveis do Agronegócio
CRI	Certificado de Recebíveis Imobiliários
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional

CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DI	Depósito Interbancário
EFPC	Entidade Fechada de Previdência Privada
EWMA	<i>Exponentially Weighted Moving Average</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBOVESPA	Índice da Bolsa de Valores de São Paulo
IFR-M	Índice de Renda Fixa de Mercado
IGP-M	Índice Geral de Preços do Mercado
IMA	Índice de Mercado Andima
IMA-B	Índice de Mercado Andima composto por todas as NTN-B
IMA-C	Índice de Mercado Andima composto por todas as NTN-C
IMA-F	Índice de Mercado Andima composto por todas as LTN e NTN-F
IMA-S	Índice de Mercado Andima composto por todas as LFT
INPC	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
LFT	Letras Financeiras do Tesouro (títulos pré-fixados, pagamento de juros e principal no vencimento)
LTN	Letras do Tesouro Nacional (títulos indexados diariamente à taxa básica SELIC, pagamento do valor principal corrigido no vencimento)
NTN-B	Notas do Tesouro Nacional série B (títulos indexados ao IPCA, cupom semestral e pagamento do principal no vencimento)
NTN-C	Notas do Tesouro Nacional série C (títulos indexados ao IGP-M, cupom semestral e pagamento do principal no vencimento)
NTN-F	Notas do Tesouro Nacional série F (títulos pré-fixados, cupom semestral e pagamento do principal no vencimento)

OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PT	Partido dos Trabalhadores
RDB	Recibo de Depósito Bancário
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SPE	Sociedade de Propósito Específico
VaR	<i>Value at Risk</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>DEFINIÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1.1	A Estratégia de Alocação Dinâmica Baseada em Risco.....	2
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4</b>	<b>MOTIVAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>1.5</b>	<b>ESTRUTURA DO TRABALHO</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>O MODELO MÉDIA-VARIÂNCIA</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>O CAPITAL ASSET PRICING MODEL (CAMP)</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>OPÇÕES</b> .....	<b>16</b>
2.3.1	O Modelo Black-Scholes-Merton.....	16
2.3.2	Opções Baseadas em Mais de um Ativo Objeto.....	22
<b>2.4</b>	<b>RISCO NA RENDA FIXA</b> .....	<b>23</b>
<b>2.5</b>	<b>VALUE AT RISK (VAR)</b> .....	<b>25</b>
<b>2.6</b>	<b>ESTRATÉGIAS DINÂMICAS DE GERENCIAMENTO DE PORTFOLIO COM BASE NO RISCO</b> .....	<b>30</b>
<b>2.7</b>	<b>PESQUISAS NO BRASIL</b> .....	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>PRINCIPAIS CLASSES DE ATIVOS E RISCO DE MERCADO EM FUNDOS DE PENSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>AS ALOCAÇÕES DOS FUNDOS DE PENSÃO POR CLASSE DE ATIVOS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>A REGULAÇÃO DO RISCO DE MERCADO NOS FUNDOS DE PENSÃO</b> .....	<b>38</b>

<b>4</b>	<b>ATIVOS, <i>BENCHMARKS</i> E DERIVATIVOS NO MERCADO FINANCEIRO BRASILEIRO</b>	<b>46</b>
4.1	INSTRUMENTOS DE APLICAÇÃO DE CURTÍSSIMO PRAZO.....	46
4.2	AS AÇÕES, O ÍNDICE BOVESPA E SEUS DERIVATIVOS.....	47
4.3	OS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE RENDA FIXA E SEUS <i>BENCHMARKS</i> .....	49
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>53</b>
5.1	CLASSES DE ATIVOS E SÉRIES DE DADOS.....	53
5.2	FORMALIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA OBJETO DA AVALIAÇÃO.....	56
5.3	PARÂMETROS E CONVENÇÕES UTILIZADOS NOS TESTES .....	58
5.4	O <i>BACKTEST</i> .....	62
5.4.1	Estratégias Comparáveis .....	62
5.5	LIMITAÇÕES .....	64
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>65</b>
6.1	<i>BACKTEST</i> DA ESTRATÉGIA DE ALOCAÇÃO DINÂMICA BASEADA EM RISCO COM OS ATIVOS <i>IB</i> E <i>IS</i> .....	65
6.1.1	A Sensibilidade da Estratégia Dinâmica ao Orçamento de Risco .....	65
6.1.2	A Sensibilidade da Estratégia Dinâmica ao Nível de Confiança.....	68
6.1.3	Alocação Dinâmica X Alocação Estática.....	70
6.1.4	Alocação Dinâmica X Aquisição de Opção de Venda .....	76
6.1.5	Incorporação de um Parâmetro de Negociação Mínima na Alocação Dinâmica.....	80
6.1.6	A Alocação Dinâmica sob as Regras dos Fundos de Pensão Brasileiros .....	81
6.2	<i>BACKTEST</i> DA ESTRATÉGIA DE ALOCAÇÃO DINÂMICA BASEADA EM RISCO COM OS ATIVOS <i>IB</i> , <i>IM</i> E <i>IS</i> .....	86
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>88</b>
<b>8</b>	<b>SUGESTÃO DE PESQUISA</b> .....	<b>90</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será definido o problema identificado, o objetivo da pesquisa proposta, sua relevância, motivação e a estrutura do trabalho.

### 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Mesmo quando o objetivo da gestão de uma carteira de investimentos é a obtenção de retornos no longo prazo, existe uma natural cobrança dos resultados de curto prazo por parte dos interessados. Para calcular a evolução dos retornos dos investimentos, são feitas avaliações periódicas do valor da carteira, utilizando o preço de mercado dos ativos<sup>1</sup>. O valor monetário da carteira ao final de um período – dia, semana, mês, semestre ou ano – é comparado com o do período anterior, estabelecendo sua rentabilidade. O horizonte relevante para o limite de perdas de uma carteira de investimentos depende da tolerância do público interessado. Diversos fundos mútuos abertos chegam a estabelecer limites diários para eventuais desvalorizações.

Os participantes e patrocinadores dos planos administrados por fundos de pensão são cientes que seus investimentos têm como horizonte o longo prazo. No entanto, as rentabilidades obtidas no ano calendário são particularmente importantes pelo seu efeito nos Balanços Anuais das empresas patrocinadoras. Além disso, na indústria brasileira de fundos de pensão

---

<sup>1</sup> Processo denominado marcação a mercado ou *mark-to-market*.

há providências legais de elevação de contribuições ou redução de benefícios, que precisam ser implementadas caso o valor dos investimentos seja menor que o passivo atuarial em mais de 10% ao final do ano, ou por dois anos consecutivos. Portanto, os retornos anuais são especialmente importantes para os fundos de pensão.

Dessa forma, os administradores se vêem obrigados a aumentar o peso da dimensão de curto prazo nas suas decisões de investimentos, gerando outro complicador à gestão, pois prever corretamente os movimentos de mercado é tarefa não trivial, principalmente em períodos curtos. Apesar do progresso verificado nas finanças e nas técnicas estatísticas, ainda nos deparamos com grandes dificuldades na aplicação de modelos de alocação ótima de investimentos em conjunto com o controle do risco de mercado. A solução ótima de risco e retorno previstos raramente ocorre no curto prazo, além de estar sujeita à mudança dos parâmetros ao longo do período do investimento.

Sem a elevação da exposição ao risco não é possível buscar maiores rentabilidades esperadas. O problema é que o aumento do risco da carteira eleva a possibilidade de retornos negativos. Uma solução para esse dilema é o desenvolvimento de ferramentas de gestão de investimentos de modo que as carteiras absorvam as valorizações dos ativos e ao mesmo tempo limitem as perdas no curto prazo.

#### 1.1.1 A Estratégia de Alocação Dinâmica Baseada em Risco

Quanto aos retornos, a alocação de uma carteira de investimentos pode ter dois objetivos distintos. Um deles é gerar, para cada classe de ativo que a compõe, menor risco ou maior rentabilidade que os respectivos *benchmarks*. Outro é obter retornos continuamente positivos no longo prazo e evitar ou limitar retornos negativos no curto prazo. Este objetivo, que é

classificado como de retorno total, tem como foco os níveis absolutos de ganhos ou perdas dos investimentos. Os retornos não são, portanto, comparáveis com as rentabilidades observadas no *benchmark*.

Nos modelos de alocação de ativos cujo propósito é superar o *benchmark*, uma vez escolhida a alocação ótima da carteira, ela é mantida até que o retorno ou o risco se alterem significativamente. Em alguns momentos são realizadas realocações táticas por meio da alteração dos ativos dentro das classes ou na proporção entre uma classe e outra. A alocação dinâmica, por sua vez, é definida por meio da utilização de algumas regras pré-definidas como função do preço ou outras variáveis relacionadas com as condições de mercado dos ativos. A estratégia visa ao retorno total e usualmente suas rentabilidades se distanciam das do *benchmark*.

Herold *et al.* (2007) propõem um modelo de alocação dinâmica de carteiras compostas por duas ou mais classes de ativos que prescinde da previsão da rentabilidade dos ativos. O modelo visa o retorno total dos investimentos ao longo do tempo e a limitação das perdas em períodos menores. A alocação entre as classes de ativos é realizada de forma dinâmica e decorre de um risco máximo – calculado por meio do *Value at Risk* (VaR) –, que por sua vez é derivado do limite de perdas definido para um horizonte de tempo de curto prazo.

O modelo de Herold *et al.* (2007) parte do fato de a exposição a risco gerar possibilidades de ganho ou de perda. A partir de um limite de perdas pré-definido para a carteira de investimentos, a exposição aos ativos arriscados deve ser a maior possível, de forma a obter a maior valorização possível. Pelo modelo, caso o limite previsto de perda seja ultrapassado em decorrência da elevação do risco dos ativos da carteira, a alocação nesses ativos é reduzida. Caso a carteira de investimentos se valorize ao longo do horizonte de curto prazo, os ganhos

são adicionados ao limite original de perdas, possibilitando maiores exposições a risco. No entanto, se todo o limite de perdas for consumido pela desvalorização dos investimentos, a alocação em ativos de risco é reduzida a zero até que no próximo período se defina novo limite de risco.

Herold *et al.* (2007) simularam a aplicação do modelo em carteiras compostas por ativos de ações e renda fixa alemães e verificaram a sua eficácia na geração de retornos totais no longo prazo, sem incorrer em perdas além das previamente definidas nos anos testados.

## 1.2 OBJETIVO

Esta Dissertação tem como objetivo realizar o *backtest* dos retornos da estratégia de alocação proposta por Herold *et al.* (2007), utilizando dados dos *benchmarks* das principais classes de ativos utilizados pelos fundos de pensão brasileiros. Com base nos resultados, será verificada a sensibilidade da estratégia aos parâmetros necessários à sua aplicação, assim como as condições de mercado que lhe são mais favoráveis

Em particular, o objetivo é averiguar se a estratégia teria sido capaz de gerar ganhos em um período longo e limitar perdas em períodos menores por meio de realocações dinâmicas entre classes de ativos brasileiros. A manutenção de uma alocação estática ao longo do horizonte de curto prazo e a aquisição de opções de venda são estratégias alternativas, cujos retornos obtidos no *backtest* serão utilizados na comparação com as rentabilidades da estratégia de alocação dinâmica com base em risco. As classes testadas foram as que usualmente são utilizadas pelos fundos de pensão na alocação de seus ativos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Apesar de a gestão financeira de uma Entidade Fechada de Previdência Privada (EFPC) – denominação legal dos fundos de pensão no Brasil – ter como horizonte o longo prazo, rentabilidades anuais significativamente negativas são indesejadas e devem ser evitadas. Além de maximizar a combinação de risco e retorno, dentro de uma perspectiva de longo prazo, os gestores financeiros das EFPCs precisam também evitar resultados desfavoráveis no curto prazo.

Em um cenário de redução das rentabilidades esperadas nas classes de investimentos tradicionais, os gestores se vêem obrigados a avaliar ativos que proporcionem maior rentabilidade, aumentando, inevitavelmente, o risco de mercado das aplicações e, conseqüentemente, a probabilidade de haver períodos momentâneos de déficits. A utilização de muitas classes de ativos, no entanto, eleva a complexidade da previsão de retornos e do controle de risco de mercado, principalmente em períodos mais curtos.

### 1.4 MOTIVAÇÃO

A motivação do estudo é testar metodologicamente uma ferramenta de alocação de recursos passiva baseada no risco de mercado, de forma a auxiliar os administradores de Fundos de Pensão brasileiros a atingir suas metas de valorização dos investimentos no longo prazo, sem sofrer perdas significativas no curto. O melhor entendimento e domínio sobre esse instrumento pode contribuir com a gestão financeira dos ativos dos fundos de pensão no Brasil, que em agosto de 2008 totalizavam 276 entidades com ativos de R\$ 462 bilhões, correspondentes a 17,1% do PIB do país (Revista Fundos de Pensão, 2008).

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

As etapas a serem desenvolvidas na dissertação são: revisão da bibliografia com ênfase na evolução do entendimento, modelagem e utilização do risco como instrumento de gestão estratégica ao longo da Moderna Teoria de Finanças; revisão das normas legais sobre risco de mercado em fundos de pensão, características dos ativos usualmente elegíveis por parte das EFPCs brasileiras; metodologia do estudo, resultados e conclusões.

## 2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Segundo Jorion (1999, p. 65), “as origens da palavra risco remontam ao latim *resicare* (cortar separando). Seu significado original, portanto vinha da noção de perigo que os navegantes tinham ao passar por rochas perigosas e pontiagudas.”

Apesar de usualmente interpretado como um perigo, os conhecimentos trazidos pela Teoria Moderna de Finanças demonstram ser o risco indissociável da rentabilidade, a menos de mercados que apresentem ineficiências passíveis de serem arbitradas. Sendo assim, o problema da alocação de recursos vai além de minimizar o risco. A minimização do risco só é relevante para investidores que se contentem com as baixas taxas de rentabilidade proporcionadas pelos ativos livres de risco. Investidores que tenham como objetivo maiores retornos são obrigados a definir a rentabilidade desejada e a disposição a enfrentar o risco inerente a esta rentabilidade, ou vice-versa. Jorion (1999) classifica o risco financeiro em:

- (i) risco de mercado, relacionado com a alteração dos preços do ativos ou de outras variáveis a eles relacionadas;
- (ii) risco de crédito, que decorre da possibilidade de falha de pagamento de um compromisso financeiro;
- (iii) risco de liquidez, que tanto pode ser a impossibilidade de realizar compras ou vendas no volume desejado ao preço de mercado (liquidez dos ativos), como a

necessidade de reduzir posições pela incapacidade de realizar pagamentos inerentes à sua manutenção (risco de liquidez de financiamento);

- (iv) risco operacional, que decorre de erros, fraudes ou de falhas de modelagem;
- (v) risco legal, quando a ausência do efetivo amparo legal altera condições previamente pactuadas.

A revisão bibliográfica foi estruturada de forma a possibilitar a compreensão do desenvolvimento dos modelos relacionados ao risco de mercado, uma vez que o conhecimento sobre os métodos e ferramentas destinadas à gestão deste risco será amplamente utilizado neste trabalho.

## 2.1 O MODELO MÉDIA-VARIÂNCIA

No artigo *Portfolio Selection*, Markovitz (1952) descreveu as incertezas inerentes aos investimentos. Como ao longo do período do investimento ocorrem fatores impossíveis de serem antecipados, mesmo de posse da melhor previsão do retorno de um ativo, é impossível ao investidor ter a garantia de que a rentabilidade efetiva será igual à projetada.

Estatística de dispersão ou variabilidade, a variância é proposta por Markovitz (1952) como medida da incerteza quanto à rentabilidade dos ativos. A variância é a média das diferenças quadráticas entre cada ponto observado em uma variável e sua média. Aplicada como medida de risco, a variância representa o quanto a rentabilidade de determinado ativo pode se distanciar de sua média. Ativos onde são observadas baixas variâncias são aqueles nos quais é mais provável que os retornos efetivos se situem na proximidade dos retornos esperados. Nos ativos com altas variâncias, a probabilidade de rentabilidades extremas é maior.

O desvio-padrão, raiz quadrada da variância, apresenta na medição de risco uma vantagem: sua unidade de medida. Enquanto a variância é expressa no quadrado da unidade da variável, o desvio-padrão tem a mesma unidade de medida da variável, que no caso da rentabilidade usualmente é uma variação percentual por unidade de tempo.

A adoção de uma métrica com sentido lógico para a incerteza dos retornos esperados tornou possível sua inclusão na modelagem da escolha de ativos. Conforme argumentou Markovitz (1952), é racional que os investidores não se limitem à variável retorno esperado em suas decisões de investimento, mas incorporem também a variável risco. Diante de ativos de igual retorno esperado, o investidor escolherá aquele que apresentar menor risco, e entre ativos de mesmo risco a escolha se dará pelo de maior retorno.

O retorno esperado de uma carteira de vários ativos é a média ponderada dos retornos dos ativos que a compõem. No caso da variância, no entanto, não é exatamente assim. A variância da carteira somente será a combinação linear das variâncias dos ativos que a compõem se as rentabilidades dos ativos forem perfeitamente correlacionadas.

Como as empresas são influenciadas diferentemente por fatores macro e microeconômicos, a correlação entre suas rentabilidades não são perfeitas, principalmente entre empresas de setores diferentes. Conforme demonstrado por Markovitz (1952), um *portfolio* composto por diversos ativos não correlacionados perfeitamente apresenta menor risco do que o de cada um dos ativos que o compõe. Assim, sejam:

$T$  um *portfolio* composto por diversos ativos  $i$ ;

$x_i$  a proporção do ativo  $i$  no *portfolio*  $T$ ;

$R_i$  a rentabilidade dos ativos;

$R_T$  a rentabilidade do *portfolio*;

$\sigma_i^2$  a variância de cada um dos ativos  $i$  que compõem a carteira;

$\sigma_{ij}^2$  a covariância entre os ativos  $i$  e  $j$ , onde  $i \neq j$ ;

$\rho_{ij}$  o coeficiente de correlação entre os ativos  $i$  e  $j$ ,  $\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}^2}{\sigma_i \sigma_j}, \forall i \neq j$ .

Temos que:

$$R_T = \sum_{i=1}^{i=n} x_i R_i \quad (1)$$

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} x_i x_j \sigma_i \sigma_j \quad (2)$$

Ou,

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}, \forall i \neq j \quad (3)$$

Caso  $\rho_{ij} < 1$ , temos que

$$\sigma_T^2 < \sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} x_i x_j \sigma_i \sigma_j \quad (4)$$

Na equação 4 fica demonstrado o efeito de redução de risco decorrente da utilização de ativos não perfeitamente correlacionados na composição da carteira.

Markovitz (1952) expõe também o efeito marginal do aumento dos ativos sobre a variância de uma carteira. Conclui que o benefício da diversificação é crescente, mas limitado. Além de um determinado ponto, não é possível produzir redução de risco apenas com o aumento de ativos no *portfolio*. Esse limite, chamado de risco não diversificável, ou risco de mercado, pode ser explicado pela influência de fatores comuns, normalmente de natureza macroeconômica, sobre a rentabilidade de todas as empresas. Visto de outra forma, é o risco inerente a determinada classe de ativos e ao qual o investidor nessa classe inevitavelmente estará exposto.

Supondo  $\sigma_i^2 = \sigma^2$  e  $\rho_{ij}\sigma_i\sigma_j = \sigma_M^2, \forall i \neq j$ , temos que:

$$\sigma_T^2 = n\left(\frac{\sigma^2}{n^2}\right) + (1-n)\left(\frac{\sigma_M^2}{n^2}\right) = \left(\frac{1}{n^2}\right)[n\sigma^2 + (n^2 - n)\sigma_M^2] = \frac{\sigma^2}{n} + \sigma_M^2\left[1 - \left(\frac{1}{n}\right)\right] \quad (5)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_T^2 = \sigma_M^2 \neq 0, \text{ se } \rho_{ij} > 0 \quad (6)$$

Na equação 6 fica claro que há um limite de risco passível de ser reduzido por meio de diversificação (Brealey *et al.*, 2000).

Qualquer investidor de posse de rentabilidades esperadas e risco dos ativos pode, com base no modelo indicado por Markovitz, compor uma carteira de forma eficiente. Se o objetivo for minimizar risco, será necessário adquirir uma quantidade diversa de ativos que seja suficiente para a convergência da variância da carteira para o limite inferior do risco diversificável.

No caso de outros níveis de risco tolerados pelo investidor, existe uma combinação ótima dos ativos que proporciona a maior rentabilidade esperada. Markovitz (1952) denomina o

conjunto de combinações de risco e retorno ótimos de fronteira eficiente. Os pontos que não pertençam a este conjunto ou são combinações de risco e retorno impossíveis de serem atingidas, ou são ineficientes por existir combinação de ativos que produzem a mesma rentabilidade esperada com menor risco. Assim, a diversificação se constitui no primeiro instrumento da Moderna Teoria de Finanças destinado à gestão de risco.

O avanço no conhecimento proporcionado por Markovitz para a composição de carteiras de ações levou a duas novas questões:

- i) se a escolha de pontos na fronteira eficiente era racional, o que seria possível esperar de um mercado em equilíbrio e;
- ii) dado que o risco varia com o tempo, a utilização do modelo de média-variância, precisa contar, além da previsão do retorno esperado, com projeções de risco.

No que se refere ao primeiro ponto, é curioso notar a seguinte passagem em Markovitz (1952, p. 89) *“Earlier we rejected the expected returns rules on the grounds that it never implied the superiority of diversification. The expected return-variance of return rule, on the other hand, implies diversification for a wide range of  $\mu_i, \sigma_{ij}$ . This does not mean that the E-V rule never implies the superiority of an undiversified portfolio. It is conceivable that one security might have an extremely higher yield and lower variance than all other securities; so much so that one particular undiversified portfolio would give maximum E and minimum V. But for a large, presumably representative range of  $\mu_i, \sigma_{ij}$ , the E-V rule leads to efficient portfolios almost all of which are diversified.”*

Segundo Miller (2000) a abordagem das pesquisas de Markovitz é micro normativa. Sua preocupação era estabelecer os padrões do comportamento individual frente às condições de risco e retorno encontradas.

Ainda quanto ao primeiro ponto, as pesquisas de Treynor (1961), Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966), agregaram ao modelo de Markovitz hipóteses que teoricamente colocariam o mercado de ativos sob amplas possibilidades de arbitragem. O resultado foi a determinação dos preços de equilíbrio dos ativos, caracterizados como aqueles vigentes quando os ganhos decorrentes de operações de arbitragem são nulos, dentro de uma abordagem positivista ou descritiva.

Com relação ao segundo ponto, apesar das pesquisas realizadas até aqui, ainda observamos que as projeções de riscos ocorrem predominantemente com base em dados históricos, o que se constitui em uma grande limitação na aplicação de modelos que dependam da previsão da variância e da covariância dos ativos.

## 2.2 O *CAPITAL ASSET PRICING MODEL* (CAPM)

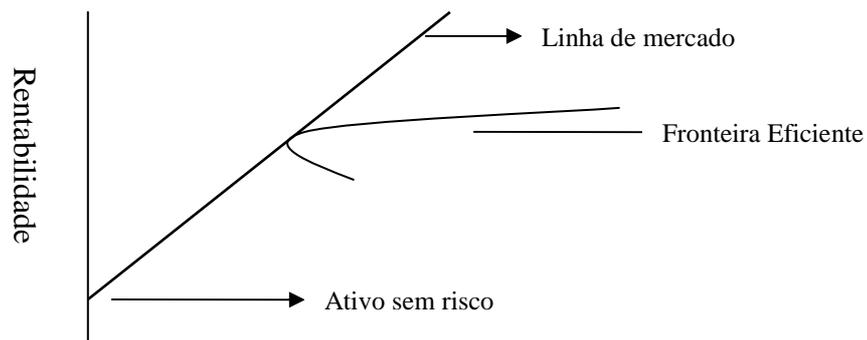
Treynor (1961), Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) agregaram à abordagem de Markowitz condições teóricas que possibilitaram a utilização da abordagem de não arbitragem<sup>2</sup> entre os ativos. Suas hipóteses são de que os investidores possuem expectativas homogêneas quanto à rentabilidade, ao risco e às correlações dos preços de cada um dos ativos. Admitem ainda a existência de um ativo sem risco na composição das carteiras de investimentos. Supõem também que todos os agentes do mercado teriam a possibilidade de emprestar ou tomar emprestado, tendo, respectivamente, como rentabilidade ou como encargos, a taxa de rentabilidade proporcionada por este ativo. Sob tais hipóteses e pressupondo o comportamento racional dos agentes, concluíram que nenhum ativo poderia apresentar rentabilidade esperada inferior à do ativo sem risco. Outro ponto investigado diz respeito ao risco e à rentabilidade de uma carteira composta pelo ativo sem risco e por um

---

<sup>2</sup> Condições de mercado onde os preços de alguns ativos estejam fora de equilíbrio geram a possibilidade de obtenção de ganhos sem risco por meio da arbitragem entre eles. Na vigência das condições de não arbitragem, não é possível a obtenção desses ganhos.

ativo com risco. Como o ativo sem risco possui, por definição, desvio-padrão nulo, o risco do *portfolio* é a proporção do ativo arriscado na carteira multiplicado por seu desvio padrão, e a rentabilidade esperada é a combinação linear das rentabilidades do ativo sem risco e do ativo arriscado, na proporção de suas participações na carteira.

A carteira arriscada a ser utilizada na composição deveria ser a que Markovitz definiu como a carteira de mercado, ou, de outra forma, aquela sujeita apenas aos riscos não diversificáveis. Sob condições de não arbitragem, todos os ativos individualmente ou conjuntos de ativos deveriam se situar na linha de mercado, formada pelas combinações lineares de risco e retorno entre o ativo sem risco e a carteira de mercado.



**Figura 1- Linha de Mercado**

Conforme ilustrado na figura 1, as condições de remuneração do ativo sem risco, em conjunto com a rentabilidade esperada e o risco da carteira de mercado, geram as combinações possíveis de risco e retorno no mercado de ativos. O prêmio pelo risco, definido como a rentabilidade esperada acima do rendimento do ativo sem risco seria, segundo a linha de mercado, uma função linear do risco. Sejam:

$R_f$  a rentabilidade do ativo sem risco;

$R_M$  a rentabilidade da carteira de mercado;

$R_c$  a rentabilidade de qualquer ativo ou carteira de investimentos no mercado em equilíbrio.

Temos que:

$$R_c = R_f + \beta(R_M - R_f) \quad (7)$$

O coeficiente angular da linha de mercado,  $\beta$ , representa a taxa marginal de substituição, entre o risco e a rentabilidade esperada. O  $\beta$  pode ser estimado estatisticamente com base no comportamento histórico dos preços dos ativos. Sua representação estatística é a covariância entre  $R_c$  e  $R_M$  dividida pela variância de  $R_M$  (Brealey *et al.*, 2000). Em que pese o fato de as medidas de risco e retorno terem um caráter prospectivo, o CAPM, com algumas hipóteses quanto a estabilidades dos parâmetros, gerou um grande indicador de quanto de risco seria necessário enfrentar para a obtenção do rendimento desejado, ou quanto exigir de rentabilidade de um investimento com determinado risco. A partir da modelagem entre o risco dos ativos e o risco de mercado, também foi possível a utilização de mercados futuros de índices representativos do *portfolio* de mercado para imunização do risco de mercado de carteiras.

As maiores críticas recebidas pelo CAPM decorreram das hipóteses de conhecimento amplo e homogêneo por parte dos agentes e da capacidade ilimitada de aplicação e captação à taxa de remuneração do ativo livre de risco. Apesar disso, o CAPM, com sua abordagem macro normativa, contribuiu tanto para o entendimento do tema como para a realização de previsões sobre o comportamento de rentabilidades e risco dos ativos (Miller, 2000).

## 2.3 OPÇÕES

Dentre os derivativos, ou ativos cujos preços dependem diretamente dos preços de outro ativo, as opções têm lugar de destaque em decorrência da amplitude de formatos que podem assumir e pela gama de possibilidades de gerenciamento de risco que seu uso proporciona. Sua modelagem, no entanto, não é trivial, pois sua variação não é proporcional à variação do preço do ativo a que se refere.

Numa definição bem ampla, opção é um direito de comprar ou vender um ativo de acordo com determinadas regras pré-definidas quanto ao preço, o período e outras eventuais condicionantes.

Uma vez entendido os fatores que afetam seus preços, em particular como a variação do ativo objeto afeta o *payoff* da opção, um imenso conjunto de possibilidades pode surgir a partir de diversos formatos de opções sobre os mais diferentes ativos objeto. A utilização de opções possibilita o controle da exposição ao risco desejado, o que é de grande utilidade para gestores de risco. Elas atendem tanto os objetivos de *hedge* como os de alavancagem.

Em razão do escopo do presente trabalho, primeiramente será exposto o modelo Black-Scholes-Merton na modelagem de opções, e posteriormente passaremos a um breve relato de formatos de opções que podem ser utilizados para imunizar carteiras contra riscos de mercado.

### 2.3.1 O Modelo Black-Scholes-Merton

Segundo Hull (2006, p. 281), “*In the early 1970s, Fisher Black, Myron Scholes and Robert Merton made a major breakthrough in the pricing of stock options.*” Hull (2006) acrescenta

ainda que o modelo que ficou conhecido como Black-Scholes ou Black-Scholes-Merton gerou uma fórmula fechada de cálculo de preço de opções a partir dos diversos fatores determinantes (preço do ativo objeto, preço de exercício, taxa de juros, prazo até o vencimento e volatilidade do ativo objeto).

O modelo Black-Scholes parte de hipóteses que teoricamente produziriam um ambiente onde não haveria oportunidade de arbitragem entre os preços da opção e do ativo objeto. Seus pressupostos são: total acesso a vendas a descoberto por parte dos agentes, ausência de custos de transação e impostos, taxa de juros constante e válida para todos os períodos de maturação e ausência de pagamentos de dividendos durante o prazo de vigência da opção. Supõe ainda que o preço do ativo siga um movimento geométrico browniano, sendo função de uma variável determinística e outra aleatória, com distribuição lognormal (Black e Scholes, 1973). Conforme Hull (2006), o modelo de cálculo do preço de uma opção foi desenvolvido da seguinte forma:

Sejam:

$S$  o preço do ativo

$\Delta S$  a variação de preço do ativo em um curto período de tempo  $\Delta t$  ;

$\varepsilon$  uma variável com distribuição normal padrão ( $\mu = 0$  e  $\sigma^2 = 1$ ) :  $N(0,1)$ ;

$\mu$  a taxa de retorno esperada do ativo por unidade de tempo;

$\sigma$  o desvio padrão (risco) do preço do ativo;

$$\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

De acordo com o movimento geométrico browniano, temos que:

$$\frac{\Delta S}{S} = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \quad (8)$$

Ou,

$$\Delta S = \mu S \Delta t + \sigma S \Delta z \quad (9)$$

Onde  $\mu S \Delta t$  é a parte determinística e  $\sigma S \Delta z$  é a parcela aleatória. Decorre da equação 9 que

$\frac{\Delta S}{S}$  possui distribuição normal com média  $\mu \Delta t$  e desvio padrão  $\sigma \sqrt{\Delta t}$ .

Considerando que  $f$  é o preço de uma opção de compra sobre o ativo, temos que  $f$  será função de  $S$  e de  $t$ . Assim, na forma discreta, temos que:

Utilizando o Lema de Itô<sup>3</sup> temos:

$$\Delta f = \left( \frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S \Delta z \quad (10)$$

Onde  $\Delta f$  é a variação de preço da opção em um curto período de tempo  $\Delta t$ .

Assim, é possível encontrar proporções entre quantidades do ativo-objeto e quantidades da opção de tal forma que a variação conjunta dos ativos seja nula em um curto período de tempo. Isto é possível devido à completa neutralização entre os termos  $\Delta z$  das equações 9 e 10, que ocorrerá quando para cada posição vendida numa opção de compra houver,

---

<sup>3</sup> Para maiores detalhes sobre o Lema de Itô, ver *Options, Futures, and Other Derivatives* (Hull, 2006), cap. 12.5.

conjuntamente, a manutenção de  $\partial f / \partial S$  ações compradas. Sejam  $\Pi$  o valor desta carteira e  $\Delta\Pi$  sua variação em um período curto de tempo:

$$\Pi = -f + \frac{\partial f}{\partial S} S \quad (11)$$

$$\Delta\Pi = -\Delta f + \frac{\partial f}{\partial S} \Delta S \quad (12)$$

Substituindo a equação 10 na equação 12, temos que

$$\Delta\Pi = \left( -\frac{\partial f}{\partial t} - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t \quad (13)$$

Sendo  $\Delta\Pi$  determinístico, uma vez que toda a parcela aleatória foi neutralizada, as condições de não arbitragem implicam que esta variação deva ser igual à taxa de juros  $r$  vigente:

$$\Delta\Pi = r\Pi\Delta t \quad (14)$$

Combinando as equações 13 e 14, temos:

$$f = \left( \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S} rS + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 r \right) / r \quad (15)$$

Sejam:

$K$  o preço de exercício da opção de compra de um ativo que não pague dividendos;  $T$  a data final de sua vigência, ou data de vencimento;

Temos que:

$$f = \max(S_T - K, 0), \text{ quando } t = T \quad (16)$$

Caso haja uma função  $f(S, t)$  que atenda à condição 15, sujeita à restrição 17, esta será a função onde não haverá oportunidade de arbitragem entre  $S$  e  $f$ .

Sendo  $S_T$  o preço do ativo  $S$  na data  $T$ ,

$$S_T = S_t e^{(\mu - \sigma^2/2)(T-t) - \sigma\sqrt{(T-t)}\varepsilon} \quad (17)$$

Temos, pelo modelo Black & Scholes, que  $f_t$ , o preço de uma opção de compra, é:

$$f_t = S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (18)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \quad (19)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)} \quad (20)$$

Conforme pode ser observado, o preço da opção  $f$  é função da variância do ativo, do preço atual do ativo, do preço de exercício da opção, do prazo de vigência da opção e da taxa de juros neste prazo. (Hull, 2006)

É interessante notar que o preço justo da opção obtido segundo o modelo Black & Scholes independe da função utilidade do investidor. Quanto às propriedades da equação diferencial que determina o preço da opção, Hull (2006, p. 293) destaca: “... *the equation does not involve any variables that are affected by the risk preferences of investors. The variables that do appear in the equation are the current stock price, time, stock price volatility, and the risk-free rate of interest. All are independent of risk preferences*”. Assim sendo, há a possibilidade de que o preço justo da opção seja obtido por meio do princípio de neutralidade ao risco, com rentabilidade esperada igual à proporcionada pelo ativo livre de risco.

Em Cox e Ross (1976), o cálculo do preço justo de uma opção de compra é realizado com base no princípio de neutralidade ao risco. O procedimento é composto por duas etapas: cálculo do *payoff* esperado pelo ativo em  $T$  (e o desconto deste *payoff* pela taxa livre de risco. A utilização do princípio de neutralidade ao risco tem como consequência o fato de que mesmo na ausência de uma determinada opção, é possível reproduzir seus efeitos, sinteticamente, por meio da combinação de posições no ativo objeto e empréstimo dado ou tomado à taxa livre de risco.

Alternativamente, o apreamento da opção pode ser realizado por meio da utilização da simulação de Monte Carlo, onde os movimentos nos preços dos ativos são simulados discretamente, mas em intervalos muito curtos, utilizando também uma árvore binomial. Posteriormente, os procedimentos de avaliação sob o princípio de neutralidade são aplicados.

O uso desses instrumentos tem sido de grande valor para o apreamento de opções, em particular aquelas que, em decorrência de suas definições, geram *payoffs* com grandes variabilidades ou descontinuidades ao longo dos preços admitidos para  $S_T$ , as opções exóticas Hull, 2006).

As limitações do modelo Black-Scholes são relacionadas com a distribuição dos retornos do ativo objeto. Vários testes com amostras de retornos logarítmicos dos preços de ativos rejeitaram a hipótese de normalidade. Além disso, a previsão da volatilidade futura do ativo, do qual depende o modelo, é difícil de ser realizada.

### 2.3.2 Opções Baseadas em Mais de um Ativo Objeto<sup>4</sup>

Alguns desenhos de opções são de especial interesse para este trabalho por seu potencial uso na limitação das perdas da classe de ativos com piores rentabilidades. Nas *rainbow options*, o direito representado pela opção é relacionado com mais de um ativo objeto.

Margabre (1978) criou uma fórmula de apreamento de uma opção de troca de um ativo por outro. A derivação da fórmula segue, em linhas gerais, o princípio de não arbitragem utilizado no modelo Black-Scholes. Segundo Margabre (1978), sejam  $S_1$  e  $S_2$ , respectivamente, os preços de dois ativos. O preço da opção de troca dos dois ativos será:

$$f_t = S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (21)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_{1t}}{S_{2t}}\right) + \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \quad (22)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)} \quad (23)$$

---

<sup>4</sup> Opções conhecidas como *rainbow options*.

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 - 2\sigma_1\sigma_2\rho_{12} + \sigma_2^2 \quad (24)$$

O modelo Black-Scholes pode, portanto, ser considerado um caso particular do modelo de Margabre, quando  $\sigma_2^2 = 0$ . Conforme observado por Johnson (1987), existe uma interessante idéia subjacente ao modelo de Margabre, que é entender uma opção sempre como o direito de trocar um ativo por outro. No caso particular do modelo Black-Scholes, escreve Johnson (1987, p. 278): “... *the stock price measured in units of itself is just the risk-free asset, with a zero return.*”

Ainda focado na troca de rentabilidades, Stulz (1982) formulou um modelo de apreçamento de opções sobre o máximo ou o mínimo de dois ativos arriscados. Johnson (1987) ampliou o modelo para o máximo ou o mínimo entre vários ativos.

Em todos os casos de opções referenciadas em mais de um ativo objeto, o correto apreçamento depende da variância esperada de todos os ativos a que a opção se referir e da correlação esperada entre os ativos no período de vigência da opção. Novamente a correta previsão desses parâmetros é uma limitação na utilização do modelo.

## 2.4 RISCO NA RENDA FIXA

Tendo na taxa de juros o principal determinante de seu valor presente, o estudo do risco de ativos de renda fixa é focado na magnitude do impacto da variação da taxa de juros no valor de um instrumento de renda fixa.

Pode-se demonstrar que a *duration* de Macaulay, que representa o prazo médio de um título, é um indicador da sensibilidade do título a variações da taxa de juros. Quanto maior a *duration*,

maior a variação do preço de um título de renda fixa como resposta a uma variação da taxa de juros. Títulos ou carteiras de renda fixa com maior *duration* estão, portanto, expostos a um maior risco em relação à taxa de juros do que carteiras de menor *duration* (Brealey *et al.*, 2000). Sejam:

$t_i$  o prazo do fluxo  $i$  de um título de renda fixa;

$PV(CF_i)$  o valor presente do fluxo  $i$ ;

$D$  a duration de Macaulay.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n t_i PV(CF_i)}{\sum_{i=1}^n PV(CF_i)} \quad (25)$$

Fong e Vasicek (1984) propõem que a imunização do risco de variação de taxa de juros seja feita por meio da minimização da *duration* da carteira de renda fixa. Para isso, propõem a minimização de  $M^2$ , assim definido:

$$M^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - D)^2 PV(CF_i)}{\sum_{i=1}^n PV(CF_i)} \quad (26)$$

Vários progressos foram feitos na previsão dos efeitos na alteração da estrutura a termo da taxa de juros, de forma a prever a nova estrutura a partir de uma variação na taxa de curto prazo. Segundo Dowd (2002), eles estão relacionados aos riscos, ou variabilidade, da taxa de juros.

A variação da taxa de juros de curto prazo, altamente relacionada com a política monetária implementada pelo banco central, gera efeitos sobre todos os títulos de maturidade mais longa também, o que é representado por um deslocamento da curva que resume as taxas praticadas para cada prazo de aplicação ou estrutura a termo da taxa de juros. Litterman e Scheinkman (1991) sugerem que os movimentos comuns que afetam a remuneração dos títulos estão relacionados a três fatores: o deslocamento paralelo, a mudança da inclinação e a alteração na curvatura da estrutura a termo da taxa de juros.

Fica claro, portanto, que também na renda fixa o eficiente gerenciamento do risco de mercado depende sobremaneira de uma previsão sobre o comportamento de determinada variável — no caso, a taxa de juros. O presente trabalho tem como objetivo estudar modelos de controle de risco que prescindam da correta previsão das variáveis relevantes para os ativos que compõem as carteiras de investimentos. No entanto, é importante conhecer os fatores determinantes de risco de mercado de forma a adaptá-lo dinamicamente ao nível desejado, utilizando a forma mais eficiente.

No caso da renda fixa, um indicador que pode ser utilizado para calibragem do risco de mercado é a *duration* da carteira, *vis a vis*, a *duration* de um *benchmark*. Dessa forma, mesmo sem necessariamente ter a mesma carteira do *benchmark* é possível saber o nível de alavancagem ou desalavancagem e, portanto, o risco proporcional da carteira em relação ao *benchmark*.

## 2.5 VALUE AT RISK (VaR)

Times Segundo Jorion (1998, p. 4), “o motivo individual mais importante para o crescimento da indústria de administração de risco é a volatilidade das variáveis financeiras”. A afirmação

é semelhante à de Markovitz (1952) sobre a imprevisibilidade dos resultados dos ativos arriscados. A evolução da tecnologia da informação e das técnicas estatísticas tem dado suporte à criação de ferramentas de medição, avaliação e controle de risco de investimentos financeiros.

Duarte Jr e Varga (2002, p. 243) assim definem o *Value at Risk*: “o VaR tenta resumir em um único número a perda esperada máxima dentro de certo prazo e com certo grau de confiança estatística”. Jorion (1998, p. 20) estabelece que: “De modo mais formal, o VaR descreve o percentil da distribuição de retornos projetada sobre um horizonte estipulado. Se  $c$  for o nível de confiança selecionado, o VaR corresponderá ao  $(1-c)$  percentil da distribuição. Por exemplo, com nível de confiança de 95%, o VaR deve ser tal que ele exceda 5% do número total de observações da distribuição.”

O VaR tem como sua maior vantagem a tradução, em uma única métrica de fácil interpretação, do risco de uma carteira composta pelas mais diversas posições compradas ou vendidas em diferentes ativos ou derivativos de múltiplas classes. A noção em que se baseia o VaR é a de mensuração do valor máximo de perda da carteira em valor monetário e dentro de determinado nível estatístico de confiança. Sob o ponto de vista de solvência e de gestão do risco total dos investimentos, este conceito é mais importante do que a simples compatibilização entre retornos e riscos, pois a formação de carteiras eficientes não impede que o risco total dos investimentos se situe em um nível não tolerado. Este aspecto é de especial importância quando a decisão de investimento é feita de forma descentralizada (Jorion, 1998).

O cálculo do VaR depende da utilização de uma distribuição estatística da variação do valor de uma carteira de investimentos. Modelos paramétricos e não-paramétricos são utilizados

para a obtenção da distribuição de probabilidades, que indicará o valor correspondente ao percentil escolhido para o cálculo do VaR. Nos modelos paramétricos, são feitas escolhas dos parâmetros necessários à definição de uma distribuição de probabilidades teórica, com base na hipótese de que a distribuição verdadeira da variável analisada segue o comportamento daquela distribuição. Os modelos não-paramétricos utilizam o comportamento de uma amostra da série a ser analisada para criar uma distribuição de probabilidades empírica (Jorion, 1998).

Jorion (1998) define a forma geral do cálculo do VaR da seguinte forma:

Sejam:

$W_0$  o investimento inicial;

$R$  sua taxa de retorno;

$\mu$  o retorno esperado de  $R$ ;

$\sigma$  a volatilidade de  $R$ ;

$f(w)$  a distribuição de probabilidade do valor futuro da carteira;

$c$  é um nível de confiança definido;

$W^*$  é o VaR, ou o menor valor previsto para a carteira, tal que a probabilidade de se exceder esse valor seja  $c$ .

Assim,

$$c = \int_{W^*}^{\infty} f(w)dw \quad (27)$$

Jorion (1998) alerta que as distribuições paramétricas podem não ajustar perfeitamente as distribuições verdadeiras, enquanto as não-paramétricas estão sujeitas à variação amostral, além de gerarem valores imprecisos. Existe ainda uma fragilidade no cálculo do VaR relacionada à suposição de que os parâmetros se mantenham constantes ao longo do período a ser analisado. As fontes de variação dos preços dos ativos são tão diversas que correlações observadas em alguns momentos, frequentemente são alteradas em momentos subsequentes. Além das imperfeições estatísticas a que está sujeito, o VaR sofre críticas quanto a seu potencial de gerar ineficiências nos mercados. O argumento é que seu uso generalizado pode gerar o chamado efeito manada<sup>5</sup> nos preços dos ativos.

Do ponto de vista estatístico, o VaR vem sendo beneficiado pela evolução do conhecimento sobre o comportamento estatístico das séries de preços de ativos financeiros. A tendência tem sido a de dar mais peso às informações recentes e menos pesos aos dados mais antigos da série amostral na obtenção dos parâmetros, de forma a assimilar as alterações dos mesmos ao longo do tempo. No entanto, mudanças súbitas nos padrões de variação dos ativos, caracterizadas por rápidas movimentações ou descontinuidade nos preços negociados e que normalmente ocorrem com a elevação inesperada do risco não são capturadas pelo VaR, uma vez que ele não tem como finalidade quantificar efeitos sobre o valor de uma carteira em momentos de estresse dos mercados.

Quanto à possibilidade do efeito manada, há o argumento de que ele é mitigado pelas diferentes posições e tolerâncias a risco por parte dos investidores. Além disso, o efeito manada não é inerente à disseminação da utilização do VaR, mas de qualquer mecanismo de *stop loss* ou, como observado por Hull (2006, p. 367) ao comentar o *crash* ocorrido na Bolsa

---

<sup>5</sup> Movimento generalizado e irracional de investidores na compra ou na venda, que geralmente acarreta fortes valorizações ou desvalorizações dos ativos de forma não compatível com os fundamentos.

de Nova Iorque em 19/10/1987, quando mecanismos automáticos de *stop ou hedge* foram considerados responsáveis por uma queda do índice Dow Jones de mais de 20%: *“One of the morals of this story is that it is dangerous to follow a particular trading strategy – even a hedging strategy – when many other market participants are doing the same.”*

O VaR sofre crítica mais contundente de Artzner *et al.* (1999, p. 218), por não atender a algumas propriedades necessárias a uma medida de risco como a adição de riscos independentes e sua própria influência econômica, resumidas nos seguintes itens:

*“(a) value at risk does not behave nicely with respect to the addition of risks, even independent ones, thereby creating severe aggregation problems.*

*(b) the use of value at risk does not encourage and, indeed, sometimes prohibits diversification because value at risk does not take into account the economic consequences of the events, the probabilities of which it controls.”*

A utilização do VaR deve portanto ser cuidadosa em momentos nos quais as propriedades acima forem essenciais.

No que se refere ao período de estimação do VaR, Kritzman e Rich (2002) defendem a necessidade de estimação antecipada ao longo do horizonte de investimento de modo a obter a correta noção do risco de perda a que a carteira está exposta. Os autores condenam estimar o risco diretamente para o final do período do investimento. Em períodos mais longos são maiores as possibilidades de compensação das perdas com ganhos. Perdas sequenciais podem ser observadas em períodos mais curtos, o que pode gerar desvalorizações dos investimentos acima do desejado no decorrer do período de maturação. Como normalmente os investidores querem evitar perdas além de determinado limite ao longo de todo o período de investimento, a forma correta seria utilizar o risco diário no VaR, acumulando-o de forma a traçar sua

trajetória, verificando a perda máxima que os investimentos estariam expostos dentro de um nível de confiança estabelecido.

## 2.6 ESTRATÉGIAS DINÂMICAS DE GERENCIAMENTO DE *PORTFOLIO* COM BASE NO RISCO

Segundo Perold e Sharpe (1995), estratégia dinâmica é a regra pela qual se faz a realocação de uma carteira de investimentos quando os preços dos ativos que a compõem variam. As estratégias mais comuns são: compra e manutenção, o que aumenta a proporção dos ativos que se valorizaram; participação constante, o que leva o gestor a vender parte dos ativos que se valorizaram e vice-versa; aquisição de opções de venda, que automaticamente impede perdas além de determinado valor; reposicionamento, de acordo com alguma regra de limite de perda ou de risco.

Tilley e Latainer (1985) propõem um arcabouço onde, pela construção sintética de opções, uma carteira possa ser montada de forma a se apropriar dos ganhos da classe de ativos com maior rentabilidade, sujeita à restrição de não se desvalorizar abaixo de determinado nível. Black e Jones (1988) defendem que os fundos de pensão das empresas tenham um seguro em suas carteiras para variações do valor de seus ativos. A razão seria evitar surpresas no balanço das empresas patrocinadoras, causados por passivos a descoberto da entidade de previdência. Good e Love (1990) ressaltam que mesmo em planos com contribuição definida, haveria a necessidade desse seguro, pois os custos de um eventual desequilíbrio entre ativo e passivo iriam forçosamente impactar a patrocinadora em um mercado de mão-de-obra competitivo.

O efeito do seguro do *portfolio* sobre a volatilidade dos ativos gera controvérsias acadêmicas. Segundo relata Vendem (2006, p. 387), “*Brennan and Schwartz (1989), Donaldson and Uhlig*

(1993), Frey and Stremme (1997), Gennotte and Leland (1990), Grossman (1988), and Grossman and Zhou (1996) argue that portfolio insurance leads to an increase in market volatility. On the other hand, Basak (1995, 2002), Basak and Shapiro (2001), and Donaldson and Uhlig (1993) show that portfolio insurance may actually result in a decrease in volatility.”

Mudanças de volatilidades e correlações dos ativos dificultam a aplicação prática dos modelos de finanças, em especial os relacionados a risco. O problema da estabilidade dos parâmetros utilizados nas projeções tem início com Markovitz e permeia toda a evolução do conhecimento em finanças desde então. Segundo Bernstein (2007, p. 1), “*you cannot measure the risk of an asset on the basis of past data at a time when so many investors are piling into it and compressing spreads – in equity markets as well as in bond markets – in a manner never seen before.*”

Erb *et al.* (1994) analisaram o comportamento do mercado acionário nos países que compõem o grupo dos sete países mais industrializados e desenvolvidos economicamente do mundo (G7) e concluíram que as correlações são mais altas nos períodos de recessão econômica do que nos tempos de crescimento. Seus estudos também indicam que a correlação é baixa entre mercados acionários de países cujas economias estão em fases distintas: uma em crescimento e outra em recuperação. Quando os mercados estão em tendência de alta, as correlações costumam ser mais baixas do que nas tendências de baixa. Suas conclusões demonstram ser possível prever muitas das alterações das correlações ao longo do tempo. Em estudo onde utilizaram a teoria de valores extremos, Longin e Solnik (2001) não encontraram evidências de que as correlações sejam relacionadas com as volatilidades dos mercados. Concluem, no entanto, da mesma forma que Erb *et al.* (1994), haver maiores correlações durante os movimentos de baixa do que de alta.

Enquanto as pesquisas para modelagem de volatilidades e correlações avançam, estudos ligados ao risco dos investimentos e à busca das melhores formas de sua gestão também seguem em frente.

Herold *et al.* (2005) propuseram uma estratégia de alocação em ativos de renda fixa onde não é necessário projeções sobre a curva de juros. A alocação, unicamente baseada no orçamento de risco, é sujeita a ajuste dinâmico, de forma a evitar que, continuamente e probabilisticamente, a carteira se desvalorize abaixo de um piso pré-definido. A diferença entre o valor da carteira e o piso resulta em um limite de perda, ou orçamento de risco. Ao longo do tempo, caso haja espaço no orçamento de risco, a exposição é elevada por meio do aumento da *duration* da carteira.

A estratégia dinâmica proposta, ou a utilização de uma proporção de seguro constante do *portfolio*, foram mais eficientes que estratégias do tipo comprar e manter, pois além de ter evitado períodos de grandes perdas intermediárias, geraram maior retorno total. Lewis *et al.* (2005) realizaram estudo da alocação tática entre títulos de renda fixa de emissão do Tesouro e ações baseada no VaR e também concluíram predominância desta estratégia sobre a de comprar e manter.

Herold *et al.* (2007) realizam o estudo da estratégia dinâmica baseada no orçamento de risco, agora para uma carteira composta por diversas categorias de ativos. A estratégia foi comparada com a composição fixa de carteira (comprar e manter) e com outra estratégia de retorno total com o uso de seguro por meio da aquisição de opções de venda. Concluíram que a estratégia dinâmica baseada no risco reduziu as perdas no curto prazo e gerou retornos totais no longo prazo. A simulação com utilização de opções cujo *payoff* é o maior rendimento entre dois ativos gerou os maiores retornos de longo prazo.

## 2.7 PESQUISAS NO BRASIL

No Brasil, não foram encontrados trabalhos com foco em estratégias dinâmicas de retorno total baseadas em risco. No geral, os modelos destinados à alocação de investimentos dos fundos de pensão privilegiam o equilíbrio entre ativo e passivo no longo prazo, sem considerar restrições quanto a perdas no curto prazo. Gomides (2004), a partir da definição do fator de solvência como o principal fator de risco de um plano de previdência de benefício definido, estabelece o objetivo de gestão financeira como a busca da composição que minimize, para o momento seguinte, a volatilidade do fator de solvência com a restrição de que o valor esperado do fator de solvência seja superior à determinada constante. Ao longo de um período de investimentos, no entanto, não são previstos ajustes na carteira.

Serpa (2003) propõe que o controle de risco de um plano previdenciário seja feito com base em um VaR orçamentário, definido como a diferença entre o valor da carteira marcada a mercado e um valor mínimo definido pelos gestores para um determinado horizonte de tempo. No entanto, a utilização do VaR neste caso tem como função unicamente a preservação do limite mínimo definido, o que é feito com a redução de ativos arriscados. Pesquisas com foco em alocações dinâmicas baseadas em risco visando o retorno total, onde uma medida de risco é utilizada para definir tanto a redução como o aumento de alocação no ativo arriscado, não foram encontrados no Brasil.

### **3 PRINCIPAIS CLASSES DE ATIVOS E RISCO DE MERCADO EM FUNDOS DE PENSÃO**

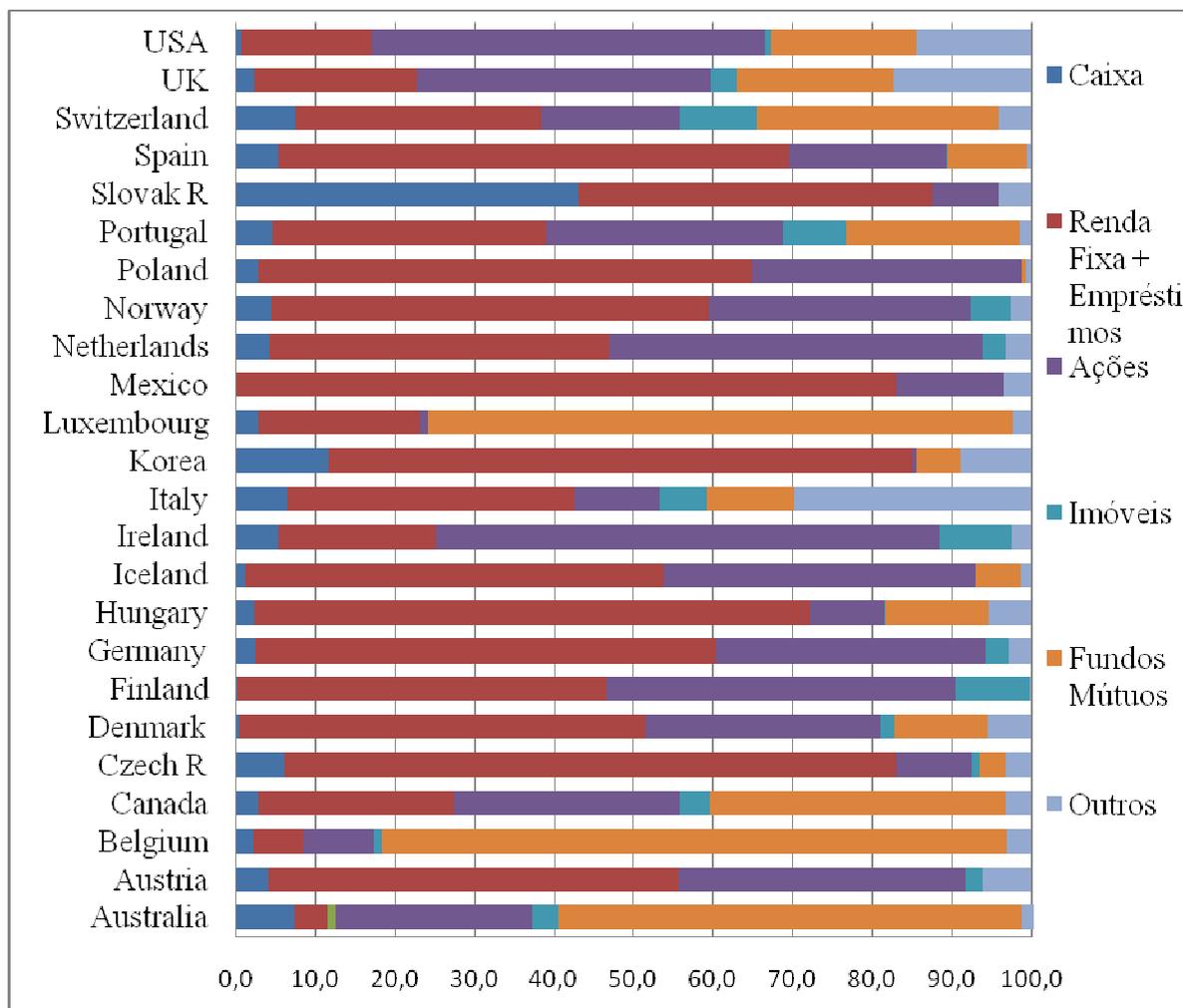
Este capítulo tem o intuito de colaborar com o entendimento do funcionamento da indústria de fundos de pensão nos aspectos de escolha de classes de ativos para seus investimentos e os preceitos regulatórios brasileiros referentes ao controle de risco de mercado.

#### **3.1 AS ALOCAÇÕES DOS FUNDOS DE PENSÃO POR CLASSE DE ATIVOS**

Quanto à alocação dos ativos, podemos perceber que ações e títulos de renda fixa são as duas principais classes de investimentos utilizadas pela indústria de fundos de pensão. Dessas duas classes, usualmente a maior parcela cabe aos títulos de renda fixa, sendo que os fundos de pensão norte-americanos se destacam entre os que mantêm suas aplicações predominantemente em ações. Segundo dados da *Pension Markets in Focus* (2007), de um total de aproximadamente US\$ 15,9 trilhões de ativos registrados em 2006, os fundos de pensão norte-americanos alocavam 49,6% em renda variável e 15,0 % em renda fixa.

Em alguns países a terceirização da administração dos ativos é predominante, o que pode ser percebido pela proporção de recursos alocados em fundos mútuos. Nesses casos, não foi possível estabelecer a divisão entre aplicações de renda fixa e ações. A Figura 2 apresenta a alocação de ativos para fundos de pensão em diversos países. A alocação dos ativos das

EFPCs brasileiras também é realizada predominantemente em ativos de ações e renda fixa, sendo esta a maior parcela das duas classes.



Fonte: OECD, Global Pension Statistics

**Figura 2- Alocação de Ativos em 2006 em Países Selecionados da OCDE**  
(% total do investimento)

No segmento renda fixa em países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a alocação se dá majoritariamente em títulos de emissão pública (Tabela 1). A exceção é a alocação feita pelos fundos de pensão alemães, onde a maior parte da renda fixa é direcionada para títulos de emissão privada.

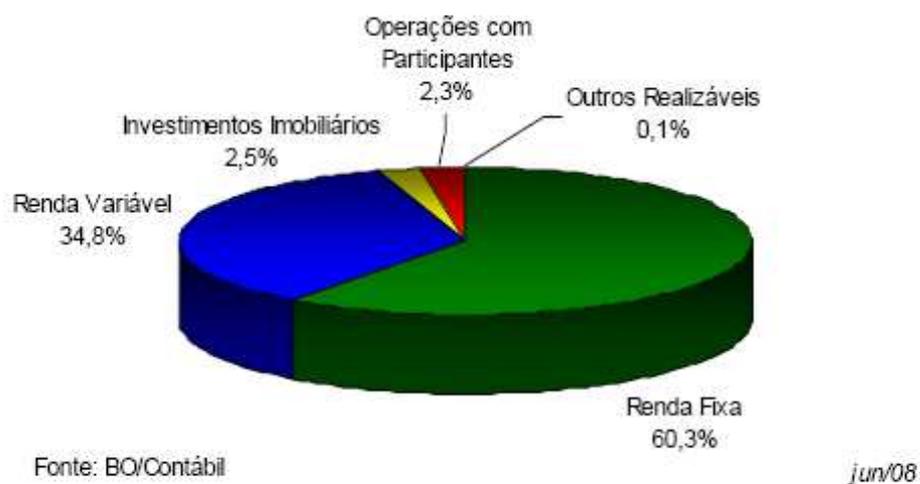
País	% RF emitida pelo setor público
Austria	68,458
Belgium	57,842
Canada	69,579
Czech Republic	77,958
Denmark	51,583
Finland	58,999
Germany	4,206
Hungary	98,596
Iceland	53,01
Italy	80,104
Korea	67,119
Mexico	79,963
Netherlands	55,02
Norway	35,303
Poland	99,334
Portugal	63,252
Spain	43,782
United Kingdom	59,897
United States	58,487

Fonte: OECD, Global Pension Statistics

**Tabela 1 – Alocação da Renda Fixa em Títulos de Emissão do Setor Público em Países Selecionados da OCDE (% do total da Renda Fixa)**

Segundo a *Pension Markets in Focus* (2007), apesar de terem sido observados aumentos de alocações em classes de ativos menos tradicionais formadas, por exemplo por *hedge funds*, fundos de *commodities* ou de moedas, a proporção desses ativos nas carteiras dos fundos de pensão em geral é pequena<sup>6</sup>. No Brasil, apesar de os fundos de pensão terem autorização desde meados de 2007 para investir em ativos menos tradicionais, até junho de 2008 não foram registradas alocações nesses segmentos. Veja Figura 3.

<sup>6</sup> Variável Outros na Figura .3



**Figura 3- Alocação de Ativos em jun/2008 pelas EFPCs Brasileiras**  
 (% total do investimento)

Embora não tenha sido possível encontrar dados sobre a proporção dos investimentos realizados em ativos da economia local e em veículos de investimentos referenciados em ativos de outros países, há informações de que essas alocações vêm sendo realizadas por diversos fundos de pensão em todo o mundo. A atratividade das aplicações *offshore* é a possibilidade de elevação da fronteira eficiente que decorre da ampliação dos ativos elegíveis para alocações, em particular aqueles com baixas correlações com o conjunto de ativos disponíveis na economia local.

Marmer (1991, p. 85) ressalta a importância de ativos internacionais na construção do *portfolio* eficiente, visto que as economias dos países estão sujeitas a fatores específicos que determinam rentabilidades diferentes para seus ativos: “*In terms of modern portfolio theory, inclusion of international assets shifts the efficient frontier of optimal portfolios upward and to the left.*” Os dados agregados das aplicações de recursos pelos fundos de pensão brasileiros não registravam alocações em ativos internacionais até junho de 2008. A principal razão foi a proibição legal a alocações em ativos internacionais e fundos multimercado que vigorou até

junho de 2007, quando foi estabelecido o limite de 3% dos recursos garantidores para essas aplicações.

No Brasil, pesquisa recente conduzida por Silva (2008) avaliou a inclusão de ativos de renda fixa e renda variável de países europeus e dos EUA, e fundos locais multimercados focados na estratégia *long and short*, na composição eficiente das carteiras dos fundos de pensão brasileiros. Os resultados indicaram que, mesmo na hipótese de elevação dos limites legais atualmente em 3% para 20% de aplicação nesses ativos, eles não seriam incluídos nas carteiras ótimas dos fundos de pensão no período entre 2002 e 2007. O autor sugere que o resultado encontrado decorre do período analisado, onde os ativos brasileiros, inclusive o Real, apresentaram grandes valorizações.

### 3.2 A REGULAÇÃO DO RISCO DE MERCADO NOS FUNDOS DE PENSÃO

Conforme Paixão e Pena (2007), as aplicações dos fundos de pensão brasileiros sempre foram submetidas a um elevado nível de regulação. Inicialmente a regulação se referia a limites mínimos. A partir de 1995, começou a ser utilizado o conceito jurídico do homem prudente e limites máximos passaram a ser definidos. Este princípio norteia a regulação das alocações em segmentos de ativos e o controle de risco a que os fundos de pensão estão submetidos pela Resolução 3.456 do Conselho Monetário Nacional (CMN). A Resolução determina os seguintes limites individuais para as aplicações sobre os recursos garantidores dos planos:

<b>Segmentos</b>	<b>Limite Atual</b>	<b>Limite 2009</b>
<b>Renda Fixa</b>	100	
<b>Baixo Risco de Crédito</b>	100	
Emitidos / garantidos pelo Tesouro Nacional	100	
Títulos de emissão de estados e municípios	80	
CDBs/RDBs e títulos e valores mobiliários de emissão/coobrigação de instituição autorizada a funcionar pelo Bacen	80	
Depósitos em poupança em instituição autorizada a funcionar pelo Bacen	80	
Debêntures e outros valores mobiliários de emissão de S.A., com distribuição registrada na CVM	80	
Obrigações emitidas por organismos multilaterais, registradas na CVM	80	
Cotas de Fundos de Dívida Externa	10	
Cotas de Fundos de Direitos Creditórios	20	
Cotas de Fundos que apliquem exclusivamente em títulos considerados de baixo risco de crédito ou emitidos pelo Tesouro Nacional	100	
CRIs com registro na CVM e as CCIs	20	
CPRs com liquidação financeira que contém com cobertura de seguro, CDCAs e CRAs	5	
<b>Médio e Alto Risco de Crédito</b>		
Títulos de emissão de estados e municípios	20	
CDBs/RDBs e títulos e valores mobiliários de emissão/coobrigação de instituição autorizada a funcionar pelo BCB	20	
Depósitos em poupança em instituição autorizada a funcionar pelo Bacen	20	
Debêntures e outros valores mobiliários de emissão de S.A., com distribuição registrada na CVM	20	
Obrigações emitidas por organismos multilaterais, registrados na CVM	20	
Cotas de Fundos de Dívida Externa	10	
Cotas de Fundos de Direitos Creditórios	10	
Certificados de Recebíveis Imobiliários com registro na CVM e as CCIs	10	
CPRs com liquidação financeira que contém com cobertura de seguro, CDCAs e CRAs	2	
<b>Renda Variável</b>	50	
Em Mercado	50	
Participações (ações, debêntures de baixo risco de crédito segundo duas agências classificadoras e os demais títulos e valores mobiliários de emissão de SPEs constituídas para o financiamento de novos projetos, com prazo de duração determinado, cotas de fundos de investimento em empresas emergentes e cotas de fundos de investimento em participações)	20	
Outros Ativos (BDRs, classificados nos Níveis II e III definidos pela CVM, ações, ou certificados negociados no Brasil, de companhias sediadas no Mercosul, debêntures com participação nos lucros registrada na CVM, certificados representativos de ouro físico, certificados de potencial adicional de construção, cotas de fundos multimercado)	3	
<b>Imóveis</b>	11	8
Desenvolvimento	11	8
Aluguéis e Renda	11	8
Fundos Imobiliários	11	8
Outros Investimentos Imobiliários	11	8
<b>Empréstimos e Financiamentos</b>	15	

Fonte: Resolução 3.456 do CMN, tabela elaborada pelo autor

**Tabela 2 – Limites Máximos de Alocação das EFPCs (% dos Recursos Garantidores)**

Pelos critérios estabelecidos na Resolução para a elaboração da Política de Investimentos, obedecidos os limites individuais e alguns outros estabelecidos com base em um conjunto de segmentos, há razoável flexibilidade na escolha das alocações dos ativos, inclusive permitindo a utilização de derivativos, desde que respeitados os objetivos atuariais dos planos, o que pode ser observado no seu 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.”

No Art. 61, a Resolução estabelece a obrigatoriedade de a entidade fechada de previdência privada identificar, avaliar, controlar e monitorar diversos riscos, entre eles o risco de mercado, tendo como critério aspectos prudenciais e a gestão de custos.

Em última instância, toda a gestão de risco de um fundo de pensão tem como objetivo e principal parâmetro evitar continuamente que o passivo atuarial ultrapasse os ativos em cada um dos planos administrados. Esse aspecto fica claro no Art. 61 da Resolução 3.456:

“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.”

No que se refere ao uso de derivativos, a Resolução 3.456 do CMN estabelece que:

“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.

A Resolução 26 do Conselho de Gestão de Previdência Complementar (CGPC) determina imediatas providências de equacionamento de déficits superiores a 10% do exigível atuarial, ou quando ele persistir na apuração de resultado de dois períodos subsequentes. A natureza das providências de equacionamento definidas pela Resolução, todas ligadas à elevação de contribuições ou à redução de benefícios, indica aos gestores dos fundos de pensão um claro limite de exposição à possibilidade de desvalorização dos investimentos. Planos em confortável situação superavitária podem, a princípio, ter uma maior exposição a risco na busca por maior nível de rentabilidade. A gestão de investimentos ativa tem como pressuposto e objetivo a obtenção de retornos que compensarão os maiores custos e riscos assumidos o que, para muitos patrocinadores e participantes de planos de previdência, eleva a utilidade esperada. No entanto, é importante estabelecer limites que impeçam a concretização das hipóteses que levariam à necessidade de equacionamento de déficits.

Diversos modelos de gerenciamento da adequação do ativo e do passivo – *Asset Liability Model* (ALM) – para fundos de pensão vêm sendo estudados e propostos nos últimos anos no Brasil. Varga (2003, p. 766) ressalta, no entanto, que “o administrador de empresas no Brasil deve estar preparado para crises frequentes e mudanças de regime que afetam toda a modelagem ALM.” A crise internacional por que passa a economia mundial neste momento demonstra não serem as mudanças de regime um privilégio da economia brasileira, nem uma preocupação somente de nossos gestores.

Não obstante a natureza de longo prazo dos investimentos dos fundos de pensão, o valor dos ativos na carteira de seus planos por ocasião do fechamento do exercício social<sup>7</sup> é de fundamental importância na definição da alocação ótima. O conflito entre as restrições de curto prazo e os objetivos de longo prazo é mais exacerbado em momentos de fortes desvalorizações dos ativos que compõem as carteiras dos fundos de pensão. Em decorrência das elevadas perdas por que passaram as ações no ano de 2008, alguns gestores de fundos de pensão questionaram a marcação a mercado dos ativos e a necessidade de equacionamento de déficits decorrentes de momentos de mercado que não devem se perpetuar. *“Relying solely on a mark-to-market valuation of pension assets and liabilities is too short-sighted and should therefore not be applied to pension funds, according to Stefan Nellshen, chief financial officer at German pharma giant Bayer AG and its Pensionskasse:*

*‘Crises like the current one make it obvious that pure mark-to-market thinking leads to short-term impulses by manager’ suggested Nellshen at the annual autumn conference of the German occupational pension federation in Stuttgart today.”*

Embora a utilização da marcação a mercado possa passar por discussão e eventual alteração, é inegável que sua utilização é coerente com aspectos prudenciais de verificação periódica de eventuais déficits dos planos de previdência e com a tendência de conceder aos participantes o direito à portabilidade.

A busca de procedimentos e instrumentos de gestão financeira que impeçam perdas de curto prazo e tenham sucesso em se apropriar de momentos de valorização das classes de ativos é de especial importância para os administradores de fundos de pensão. A comprovação da eficiência de instrumentos com tais atributos pode contribuir com a gestão financeira dos ativos dos fundos de pensão no Brasil, que em agosto de 2008 totalizavam 276 entidades com

---

<sup>7</sup> O encerramento do ano civil, segundo a legislação.

ativos de R\$ 461.788 milhões, correspondentes a 17,1% do PIB do país. (Revista Fundos de Pensão, 2008).

## **4 ATIVOS, *BENCHMARKS* E DERIVATIVOS NO MERCADO FINANCEIRO BRASILEIRO**

Este capítulo tem como finalidade resumir as características dos principais ativos financeiros utilizados pelos fundos de pensão para a realização de investimentos. Abordaremos também os produtos derivativos que podem ser utilizados para o gerenciamento de risco de mercado.

### **4.1 INSTRUMENTOS DE APLICAÇÃO DE CURTÍSSIMO PRAZO**

A taxa de juros básica de curto prazo da economia brasileira é determinada pelo Banco Central do Brasil (Bacen) e é utilizada para balizar as aplicações por um dia lastreadas em títulos do Tesouro Nacional. O Bacen atua, reduzindo ou aumentando a oferta de moeda, de forma a equilibrar diariamente a taxa praticada no mercado nos níveis definidos periodicamente pelo um Comitê de Política Monetária (Copom). Dependendo das condições de oferta e demanda por moeda, a taxa média praticada pelo mercado pode se distanciar levemente da taxa definida. Essas operações transitam no Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic), *clearing* operada pelo Banco Central e, são denominadas de taxa Selic.

No mercado brasileiro, três modalidades de aplicações de recursos de curtíssimo prazo são usuais para investidores institucionais, dependendo dos volumes a serem aplicados. Na primeira as cotas dos fundos de investimentos de curto prazo que normalmente admitem aportes muito baixos. A maioria tem seu ativo composto exclusivamente por títulos públicos e

proporcionam uma taxa de remuneração diária entre 90% e 99% da taxa de juros básica da economia brasileira, a taxa Selic.

Na segunda, dependendo do banco emissor, os Certificados de Depósitos Bancários (CDBs) com liquidez diária proporcionam uma rentabilidade entre 100% e 110% da taxa básica de juros. No entanto, tais condições só estão disponíveis para aplicações superiores a R\$ 10 milhões.

Na terceira, as instituições financeiras também costumam financiar suas carteiras de títulos públicos com operações de venda com compromisso de recompra desses títulos no dia seguinte<sup>8</sup>. Na prática, as operações *overnight* lastreadas em títulos públicos funcionam como aplicações por um dia e costumam ter remuneração muito próxima a 100% da taxa básica, desde que para volumes superiores a R\$ 50 milhões.

Outro instrumento de investimento com muito baixo risco de crédito e cuja remuneração se baseia nos juros de curto prazo é a Letra Financeira do Tesouro (LFT), cujo valor de emissão é corrigido pela taxa Selic. Esses títulos, emitidos pelo Tesouro Nacional, são negociados próximos ao seu valor na curva, proporcionando aos compradores remuneração muito próxima a 100% da taxa Selic.

#### 4.2 AS AÇÕES, O ÍNDICE BOVESPA E SEUS DERIVATIVOS

A liquidez do mercado acionário brasileiro é crescente nos últimos anos. Por um lado, houve melhoria da rentabilidade das empresas e aumento de alocação de investimentos em renda variável influenciadas pela situação macroeconômica do país. Por outro, em decorrência da valorização do mercado acionário verificada desde 2003, houve maior interesse das empresas

---

<sup>8</sup> Operações *overnight*.

em ter ações listadas na bolsa, criando assim a possibilidade de captar recursos por meio da emissão de ações. Em outubro de 2008, a Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) possuía 443 empresas listadas, o que, a princípio, abre para os investidores inúmeras possibilidades de escolhas de risco e retorno na formação de suas carteiras.

Investidores de maior porte, no entanto, são limitados em suas escolhas pela grande concentração do volume negociado pelas ações de algumas poucas empresas. As cinco ações mais negociadas em um pregão são responsáveis por mais de 40% do volume total da bolsa. Principal *benchmark* do mercado acionário brasileiro, o Índice Bovespa (Ibovespa) é construído a partir de volumes negociados nas ações e reflete essa concentração. Na carteira teórica do Ibovespa definida para o último quadrimestre de 2008, as 10 ações de maior peso correspondiam a mais de 50% da ponderação do índice. Atualmente, os setores econômicos com maior participação no Ibovespa são: commodities metálicas, petróleo e serviços financeiros.

O principal derivativo relacionado com o mercado acionário é o contrato futuro de Ibovespa negociado na Bolsa de Mercadorias e Futuro (BM&F). Os vencimentos desse derivativo ocorrem em todos os meses pares e seu volume diário de janeiro a outubro de 2008 foi equivalente a 50% do valor negociado no mercado acionário à vista.

Em decorrência de sua liquidez, os contratos futuros de Ibovespa são úteis porque podem ser utilizados para a formação de grandes exposições em ações, na venda ou na compra, por um curto período de tempo. Seu ativo objeto é o principal *benchmark* do mercado acionário brasileiro e, por ser um contrato futuro, apresenta variações lineares com o índice à vista, não necessitando de ajustes dinâmicos para a manutenção do tamanho da exposição desejada, como ocorre com as opções.

No Brasil, observa-se baixa liquidez nas séries de opções de ações negociadas nas bolsas, cujos vencimentos ocorrem mensalmente. Em geral, há negócios contínuos em opções de apenas duas ações e, mesmo nestas, em não mais do que dois vencimentos e em poucas séries. Nenhuma série aberta de opção de venda tem atributos mínimos de liquidez. Além disso, muitos dos negócios registrados com opções nas bolsas são, de fato, fechados em mercado de balcão.

Apesar de pouco usuais, também ocorrem negócios com opções exóticas no Brasil, realizados no mercado de balcão. No entanto, em decorrência da ausência de transparência dos custos de transação e dos riscos de contraparte envolvidos, não costumam ser compatíveis com as restrições de caráter prudencial inerentes à gestão financeira dos fundos de pensão.

#### 4.3 OS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE RENDA FIXA E SEUS *BENCHMARKS*

Os altos níveis de inflação verificados no Brasil desde a década de 60 até meados dos anos 90 geraram a necessidade de indexação de vários preços contratuais, entre eles os que definem a remuneração dos títulos de renda fixa. A redução dos níveis de inflação e o aumento da sua previsibilidade reduziram os antes proibitivos prêmios de risco exigidos pelos investidores para a aquisição de instrumentos financeiros de renda fixa sem indexação, os chamados prefixados. Apesar da acomodação em patamares historicamente baixos, em comparação com os índices registrados em economias desenvolvidas, a taxa de inflação brasileira ainda é considerada alta. Este fato, em conjunto com fatores culturais, torna bastante reduzida a demanda por títulos prefixados de prazo superior a dois anos.

Em abril de 2008, os títulos prefixados de emissão do Tesouro Nacional totalizavam 34% da dívida mobiliária federal em poder do público e tinham prazo médio de 18,42 meses. Já os

títulos indexados à Selic, cuja dinâmica de remuneração foi exposta na seção anterior, correspondiam a 35% da dívida federal com prazo médio de 29,52 meses. Os títulos com indexação ao IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo) eram 28% do total, com prazo de 72,09 meses, em média (ANDIMA, 2008).

A dívida mobiliária federal em abril de 2008 totalizou R\$ 1,22 trilhões, enquanto o estoque de debêntures no mercado era de R\$ 229,4 bilhões. Os CDBs e os Recibos de Depósito Bancário (RDBs) somavam R\$ 436,2 bilhões (ANDIMA, 2008).

Em 2005, a Associação Nacional das Instituições de Mercado Financeiro (Andima) criou uma família de índices referenciados nos títulos de emissão do Tesouro Nacional, os Índices de Mercado Andima (IMA). Além do índice geral, foram elaborados índices segundo as principais características de indexação e prazos de vencimento. O valor em poder do público de determinado título em relação ao valor em poder do público de todos os títulos que constam do índice geram a ponderação de um título no *benchmark*. Na tabela 3 estão descritas as características de cada um dos índices.

NOME	DESCRIÇÃO	COMPOSIÇÃO
IMA Geral	Índice que contempla todos os títulos pré e pós-fixados (indexados à Selic, IPCA OU IGP-M).	IFR-M, IMA-S, IMA-C e IMA-B
IRF- M	Títulos prefixados.	LTN e NTN-F
IMA-S	Todos os títulos indexados à Selic.	LFT
IMA-C	Todos os títulos indexados ao IGP-M.	NTN-C
IMA-C 5	Títulos indexados ao IGP-M com vencimento em prazo inferior a 5 anos.	NTN-C com prazo menor ou igual a 5 anos
IMA- C 5+	Títulos indexados ao IGP-M com vencimento em prazo superior a 5anos.	NTN-C com prazo maior do que 5 anos
IMA-B	Todos os títulos indexados ao IPCA.	NTN-B
IMA-B 5	Títulos indexados ao IPCA com vencimento em prazo inferior a 5anos.	Todas as NTN-B com prazo menor ou igual a 5 anos
IMA-B 5+	Títulos indexados ao IPCA com vencimento em prazo. superior a 5anos.	Todas as NTN-B com prazo maior do que 5 anos

Fonte: Andima

**Tabela 3 – Índices de Mercado Andima para Títulos Emitidos pelo Tesouro Nacional**

Em decorrência da baixa representatividade relativa dos títulos privados em relação aos títulos públicos e da ausência de um mercado secundário com liquidez para esses títulos, ainda não

estão disponíveis no Brasil índices de rentabilidade baseados em ativos financeiros de emissão privada que possam ser utilizados como seus *benchmarks*.

O ajuste das carteiras de ativos de renda fixa brasileiros aos níveis de risco desejados depende de mercados secundários de títulos onde a liquidez é baixa. Os mercados de derivativos são uma alternativa que podem ser utilizados diante dessa dificuldade. Os derivativos mais usuais na renda fixa são o contrato futuro de taxa média de depósitos interfinanceiros de um dia, o DI futuro, e os *swaps* de taxas.

Uma vez que as taxas dos depósitos interfinanceiros de um dia são usualmente muito próximas da taxa Selic, os contratos de DI futuro negociados na BM&F são especialmente úteis para a realização de ajustes de *duration* de carteiras de ativos prefixados ou pós-fixados com indexação à Selic. A BM&F disponibiliza contratos com vencimentos mensais no DI futuro e aqueles com vencimento em meses onde há vencimento de títulos públicos prefixados são muito líquidos. Há também opções sobre a taxa média de depósitos interfinanceiros, mas a negociação é bem menos líquida.

Os *swaps* de taxas são negociados no mercado de balcão e podem ser úteis para o ajuste de exposição aos fatores de risco dos títulos de renda fixa, porém a liquidez é baixa e praticamente inexistem negócios para operações de períodos mais longos.

## 5 METODOLOGIA

Neste capítulo serão descritos os critérios utilizados para a escolha das classes de ativos e caracterizados a amostra utilizada na pesquisa, além dos testes relacionados ao objeto da presente dissertação.

O backtest foi o método de avaliação da estratégia de alocação dinâmica com base em risco, reproduzindo o mais fidedignamente possível as condições de aplicação de recursos a que são submetidos os fundos de pensão brasileiros. Como forma de maximizar a consistência dos resultados, o modelo foi avaliado tendo por base as mais extensas séries de dados disponíveis.

### 5.1 CLASSES DE ATIVOS E SÉRIES DE DADOS

Conforme visto no capítulo 3, as ações e os títulos de renda fixa emitidos pelo Tesouro Nacional são as principais classes de ativos utilizadas pelos fundos de pensão em suas aplicações e assim, quando avaliados a preço de mercado, são as principais fontes de risco das carteiras.

O mercado acionário brasileiro conta com um *benchmark*, o Ibovespa, bastante representativo das ações de maior volume negociado e cuja série de dados é extensa. Por outro lado, somente em 2005 foi possível contar com um *benchmark* para os títulos públicos de renda fixa. Para evitar que a reduzida disponibilidade de dados do *benchmark* de renda fixa

fragilizasse demasiadamente os resultados, foram realizados dois estudos distintos da aplicação da estratégia dinâmica de retorno total baseada em risco.

No primeiro estudo foram considerados apenas dois ativos: um arriscado, representado pelo Ibovespa, e outro livre de risco, cujo retorno é o da taxa Selic diária. A remuneração dos recursos não utilizados na aquisição de ações pela taxa Selic decorre da hipótese de que eles sejam integralmente aplicados em operações compromissadas de um dia, lastreadas em títulos públicos de emissão do Tesouro Nacional.

O *backtest* foi realizado para o período entre 1991 e 2007. Como o horizonte de investimento de curto prazo é de um ano, foi possível apurar o resultado da aplicação do método em 17 períodos. Os dados de 1990 não foram utilizados nos testes porque naquele ano o Plano Collor alterou os padrões de funcionamento dos mercados, em particular do financeiro, e estabeleceu fortes restrições à livre alocação de recursos. Nos anos anteriores a 1990 os negócios do mercado acionário eram realizados predominantemente na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro, não sendo o Ibovespa o principal *benchmark* para a renda variável no Brasil. Uma vez que eram necessárias 252 variações diárias da série do Ibovespa para a projeção da volatilidade, foram utilizadas cotações desde 12/12/1989, de forma a possibilitar o início do teste da aplicação do método de alocação dinâmica baseado em risco, a partir de janeiro de 1991.

As cotações de fechamento do Ibovespa foram obtidas na base de dados da Economática e as taxas diárias do Selic foram extraídas do banco de dados do Bacen. A partir das taxas percentuais diárias Selic foi elaborado um número índice com a finalidade de refletir as variações monetárias acumuladas, decorrentes da manutenção de uma aplicação remunerada por essa taxa. Em 12/12/1989 o índice foi definido como igual a 100. Considerando que:

$IS_t$  seja o índice Selic no dia útil  $t$  compreendido entre 13/12/1989 e 30/12/2007;

$TS_t$  seja a taxa percentual Selic diária, conforme publicada pelo Bacen;

Então,

$$IS_t = IS_{t-1} \times (TS_{t-1}/100 + 1) \quad (28)$$

No segundo estudo foram utilizados três ativos. Além do ativo livre de risco representado pela taxa Selic, a alocação pôde ser realizada em ativos de renda variável e fixa representados respectivamente pelo Ibovespa e pelo IMA-B. Dessa forma, a estratégia de alocação dinâmica com base em risco foi avaliada com a possibilidade de realizar alocação de recursos nas duas principais classes de ativos de risco usadas pelos fundos de pensão.

A razão da escolha do IMA-B decorre da semelhança das NTN-B, que o compõem, com o passivo atuarial dos planos de previdência. A disponibilidade de vencimentos de longo prazo e a indexação ao IPCA fazem das NTN-B o habitat predileto para os recursos dos fundos de pensão.

Como a série disponível do IMA-B é iniciada em setembro de 2003, o *backtest* da estratégia de alocações dinâmicas baseada em risco considerando horizontes de investimento anuais só poderia, na ocasião da elaboração da presente dissertação, ser realizado em três períodos. Para aumentar os períodos de apuração de resultados, o horizonte de investimento de curto prazo foi estabelecido em um semestre. Os dados diários entre 26/12/2003 e 30/06/2004 foram utilizados para as projeções de volatilidades e correlações a serem empregadas na alocação em cada ativo a partir do semestre iniciado em 01/07/2004. Assim, foi possível apurar os resultados da aplicação do método em oito períodos: do segundo semestre de 2004 ao

primeiro semestre de 2008. A série do IMA-B utilizada nos testes foi obtida no banco de dados do Quantum Axis.

## 5.2 FORMALIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA OBJETO DA AVALIAÇÃO

O ponto inicial da estratégia de alocação dinâmica com base em risco é a definição de um orçamento de risco para o horizonte de investimento de curto prazo. O orçamento de risco é a máxima perda que a carteira poderá sofrer no horizonte de investimento de curto prazo. De outra forma, a diferença entre o valor da carteira no início do horizonte de investimento e o orçamento de risco é o menor valor tolerado para a carteira ao fim do período. Considerando que:

$C_t$  é o valor da carteira  $C$  no momento  $t$ ,  $0 \leq t \leq T$  onde  $0$  é o início e  $T$  o fim do horizonte de investimento;

$L$  é o orçamento de risco ou limite de perda previamente definido para determinado horizonte de investimento;

Temos a restrição:

$$C_T \geq (C_0 - L) \tag{29}$$

Em uma carteira composta por ativos arriscados, a determinação durante o horizonte de investimento do valor esperado da carteira ao final do período é estocástica. Portanto, depende da utilização de um modelo probabilístico e da escolha de um nível de confiança. Considerando que:

$VaR_{t,T}$  é perda máxima esperada calculada em  $t$  para o final do horizonte  $T$ , dado um nível de confiança  $(1-\alpha)$ ;

$C_{t,T}^*$  é o menor valor da carteira projetado em  $t$  para o final do horizonte  $T$ , dado um nível de confiança  $(1-\alpha)$ ;

Vale então que

$$C_{t,T}^* = C_t - VaR_{t,T} \quad (30)$$

O orçamento de risco estabelece que a diferença entre o valor da carteira a preço de mercado e o seu menor valor tolerado indicará dinamicamente a perda máxima a qual a carteira poderá ser exposta. Caso a diferença seja menor ou igual a zero, em virtude da total utilização do orçamento de risco, a alocação deverá ser concentrada no ativo livre de risco.

Matematicamente:

$$VaR_{t,T} \leq C_t - (C_0 - L) \quad (31)$$

$$VaR_{t,T} = 0, \text{ se } C_t \leq (C_0 - L) \quad (32)$$

Os ativos arriscados são exatamente aqueles que podem proporcionar à carteira uma rentabilidade acima da taxa livre de risco, assim a estratégia de alocação dinâmica com base no risco estabelece que a alocação nessa categoria de ativos seja a que expõe dinamicamente a carteira ao máximo VaR, condicionado à limitação imposta pelo orçamento de risco. Em cada momento  $t$ , a alocação no ativo arriscado deve ser tal que para o nível de confiança pré-definido  $(1-\alpha)$ :

$$VaR_{t,T} = C_t - (C_0 - L) \quad (33)$$

Sendo a alocação da carteira realizada em um ativo sem risco, cujo retorno é determinístico, e em ativos arriscados, cujos retornos seguem uma distribuição lognormal, são necessárias projeções de dois parâmetros para a determinação do  $VaR_{t,T}$ : a média e o desvio padrão, ou volatilidade, do logaritmo dos retornos dos ativos arriscados.

### 5.3 PARÂMETROS E CONVENÇÕES UTILIZADOS NOS TESTES

No Brasil, a taxa Selic diária, utilizada como *benchmark* para o retorno da alocação no ativo livre de risco, passou por enormes variações no período de realização do *backtest* da estratégia de alocação dinâmica. Para que fosse possível estabelecer um limite de risco único para todos os orçamentos de risco anuais, todas as séries dos ativos arriscados foram divididas pelo índice Selic, conforme definido na equação 26. Isto é:

$$IB_t = \frac{Ibovespa_t}{IS_t} \quad (34)$$

$$IM_t = \frac{IMA_t}{IS_t} \quad (35)$$

Onde  $Ibovespa_t$  é a cotação de fechamento do Ibovespa em  $t$ .

O  $IB$  e o  $IM$  são índices de um ativo arriscado expresso no índice do ativo não arriscado. Como consequência, os retornos do  $IB$  e do  $IM$  são retornos do Ibovespa e do IMA, *benchmarks* de ativos que apresentam risco de mercado, descontados dos retornos do ativo livre de risco no mesmo período.

O deflator das séries representativas dos ativos arriscados,  $IS$ , apresenta valorização diária, equivalente ao retorno da Selic. Em decorrência da definição de  $IS$ , o retorno do ativo livre de risco é zero, quando deflacionado por  $IS$ .

Foram realizados testes de normalidade de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov no retorno logarítmico das séries representativas do ativo arriscado,  $IB$  e  $IM$ . Para isso, foi utilizado o software R-project. Nas duas séries e para ambos os testes, a hipótese nula de normalidade foi rejeitada. O retorno logarítmico das séries Ibovespa e IMA também foram submetidas aos mesmos testes e a hipótese nula de normalidade foi igualmente rejeitada. O *backtest*, no entanto, foi conduzido com base na aproximação normal do logaritmo do retorno das séries  $IB$  e  $IM$ .

É importante salientar que, caso não fosse realizada a transformação das séries, seria necessário estabelecer um limite de risco a cada ano e, conseqüentemente, definir critérios para tal escolha. Na forma como é construída, a alocação dinâmica com base no risco tenderia a elevar a alocação nos ativos arriscados em anos cuja taxa livre de risco é alta. Isso ocorre porque, com o passar do tempo, a remuneração proveniente do ativo livre de risco abre espaço no orçamento de risco. Visto que o usual nas mais diversas economias é a taxa livre de risco não produzir remuneração relevante, foi utilizada a opção do deflacionamento da série pelo índice Selic, de tal forma que as altas taxas de remuneração do ativo sem risco praticadas no Brasil não interferisse nos resultados dos testes da estratégia de alocação.

O valor esperado do logaritmo do retorno de  $IB_t$  e de  $IM_t$  foram considerados zero em todos os horizontes de investimento objeto do *backtest*. O desvio padrão do *backtest* que considerou apenas o Ibovespa como ativo arriscado foi projetado com base em 252 observações e um

fator de decaimento  $\lambda = 0,94$ <sup>9</sup>, utilizando o método *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA). No estudo onde a alocação em classes arriscadas se deu no Ibovespa e no IMA, o desvio padrão de ambas as séries, assim como a covariância foram projetados também utilizando  $\lambda = 0,94$  e 126 observações. Sejam:

$rIB_t$  o retorno logarítmico em  $t$  de  $IB_t$ ;

$rIM_t$  o retorno logarítmico em  $t$  de  $IM_t$ ;

$hIB_t$  o desvio padrão de  $rIB_t$  projetado para  $t$ ;

$hIM_t$  o desvio padrão de  $rIM_t$  projetado para  $t$ ;

$hIBIM_t$  é a covariância entre  $rIB_t$  e  $rIM_t$  projetada para  $t$

Então:

$$hIB_t = \sqrt{\lambda hIB_{t-1}^2 + (1-\lambda)rIB_{t-1}^2} \quad (36)$$

$$hIM_t = \sqrt{\lambda hIM_{t-1}^2 + (1-\lambda)rIM_{t-1}^2} \quad (37)$$

$$hIBIM_t = \lambda(hIBIM_{t-1})^2 + (1-\lambda)rIB_t rIM_t \quad (38)$$

Para cada um dos períodos  $[t, T]$  o desvio padrão  $h_{t,T}$  foi projetado da seguinte forma:

$$h_{t,T} = h_t \sqrt{T-t} \quad (39)$$

---

<sup>9</sup> Conforme utilizado por Riskmetrics (1996).

Nos testes realizados, a projeção da volatilidade foi calculada com a utilização do suplemento ewma.xls, disponibilizado pela Risktech<sup>10</sup>, em planilha Excel.

Para a realização do *backtest* com dois ativos arriscados foi necessária uma função objetivo adicional, visto que a função que define a alocação com base no maior VaR projetado dentro do orçamento de risco se refere apenas à alocação entre o ativo arriscado, que é a composição de todas as classes de ativos com risco de mercado, e o sem risco. A alocação entre os ativos arriscados depende de um critério adicional. Para preservar o caráter dinâmico e cíclico da estratégia, a alocação entre os dois ativos arriscados foi estabelecida pela proporção necessária entre esses ativos para a construção de uma posição sintética de uma *rainbow option* cujo *payoff* é o ativo de melhor rentabilidade no fim do horizonte de investimento. Sejam:

$\rho_{IBIM,t}$  o coeficiente de correlação entre *IB* e *IM* projetado para *t*;

$$d_{1,t} = \frac{\ln\left(\frac{IB_t IM_0}{IM_t IB_0}\right) + \frac{1}{2} \sigma_t^2 (T-t)}{\sigma_t \sqrt{(T-t)}} \quad (40)$$

$$\sigma_t^2 = hIB_t^2 - 2hIB_t hIM_t \rho_{IBIM,t} + hIM_t^2 \quad (41)$$

$N(d_{1,t})$ , que é a função de distribuição acumulada da normal padrão no ponto  $d_{1,t}$  indica a proporção de *IB* no ativo arriscado e  $1 - N(d_{1,t})$  a parcela de *IM*.

---

<sup>10</sup> www.risktech.com.br

A partir da composição estabelecida, o  $VaR_{t,T}$  é calculado conforme a equação 30, e a composição entre os ativos arriscados e sem risco é estabelecida.

#### 5.4 O *BACKTEST*

Nas simulações realizadas, a estratégia de alocação dinâmica com base no risco foi aplicada com o uso de planilha Excel. Os retornos, calculados a partir da aplicação da estratégia dinâmica com base em risco e outras estratégias alternativas, foram analisados sob os seguintes critérios:

- i) A eficácia da estratégia em limitar a desvalorização da carteira ao nível estabelecido pelo orçamento de risco;
- ii) As forças e fragilidades da estratégia para evitar perdas e absorver ganhos de curto prazo;
- iii) O retorno no longo prazo, compreendido os 17 anos utilizados nos testes.

##### 5.4.1 Estratégias Comparáveis

Duas outras estratégias foram utilizadas como padrão de comparação com a estratégia de alocação dinâmica: a alocação fixa por todo o horizonte de investimento de curto prazo e a proteção da alocação no ativo arriscado por meio da aquisição de quantidade equivalente de opções de venda.

Na alocação fixa foi considerada a manutenção por todo o ano da alocação inicial definida pela estratégia dinâmica. A realocação no início do ano seguinte dependeu, portanto, do orçamento de risco, do nível de confiança escolhido e da volatilidade projetada.

A aquisição de opções de venda em conjunto com a alocação em renda variável também pode ser utilizada para limitar as possibilidades de perdas anuais de uma carteira ao orçamento de risco definido. Como o preço da opção e o limite de perda são dados, a variável dependente é a alocação no ativo de risco no início do horizonte de investimento. Sejam:

$p$  o preço de uma opção de venda sobre o Ibovespa no início do ano, com vencimento no último dia do ano e preço de exercício igual à cotação do Ibovespa corrigido pela projeção da taxa Selic no período;

$L$  o orçamento de risco definido;

$q$  a alocação a ser mantida em Ibovespa ao longo do ano.

Então,

$$q = \frac{L}{p} \tag{42}$$

Utilizando o limite de risco inteiramente na aquisição da opção de venda e condicionando a alocação em Ibovespa à posição detida nas opções de venda, é possível obter a alocação no ativo arriscado.

Para o cálculo de  $p$  foi utilizado o modelo Black & Scholes. A volatilidade do Ibovespa utilizada foi obtida pelo método EWMA, com base em 252 dias e  $\lambda = 0,94$ , que é a mesma projeção aplicada nos cálculos da alocação dinâmica com base no risco.

## 5.5 LIMITAÇÕES

Assim como ocorre com todos os modelos que dependem do uso de projeção de desvio padrão, a estratégia de alocação dinâmica com base em risco tem como limitação o uso de dados passados para a estimação desse parâmetro. A utilização do modelo EWMA para estimação do desvio padrão da série dos ativos arriscados, no entanto, usualmente melhora a captação de mudança de padrão de comportamento. A aproximação das variáveis de risco pela distribuição normal também é uma limitação do estudo, o que é inerente a modelos onde não se conhece a distribuição da população.

A utilização das cotações de fechamento para o cálculo das alocações dinâmicas da estratégia testada pode gerar resultados diversos daqueles que seriam obtidos sob condições reais. Mesmo supondo a utilização de ativos muito líquidos nas alocações, é improvável que as operações de compra e venda de ativos ocorra exatamente nas cotações de fechamento. Como usualmente, pela lógica da estratégia, o aumento de posições no ativo arriscado ocorre durante movimentos de alta do mercado e vice-versa, é possível que descontinuidades nos preços negociados ou a iliquidez dos ativos impeçam a realização de operações nas cotações e nos volumes empregados na simulação.

A disseminação de estratégias dinâmicas de natureza cíclica tem o potencial de auto-alimentar os movimentos iniciais do mercado tanto na alta como na baixa, o que as transfere da categoria de tomadoras de preço para a de formadoras de preço. Com isso, a estratégia contribuiria para a formação de bolhas ou depreciações irracionais nos preços dos ativos.

## 6 RESULTADOS

Os resultados da metodologia definida no capítulo anterior encontram-se detalhados neste capítulo.

### 6.1 *BACKTEST* DA ESTRATÉGIA DE ALOCAÇÃO DINÂMICA BASEADA EM RISCO COMS OS ATIVOS *IB* E *IS*

Com o intuito de compreender os efeitos dos parâmetros utilizados na aplicação da estratégia de retorno total baseada em risco, sobre a rentabilidade de curto e de longo prazo da carteira, foram realizadas diversas simulações utilizando diferentes níveis para cada parâmetro, além de comparações com estratégias alternativas. Posteriormente foi testada a aplicação da estratégia na mesma base de dados, considerando as limitações inerentes aos fundos de pensão brasileiros. Nesta fase são apresentados os resultados dos testes realizados com a utilização de *IB* e *IS*.

#### 6.1.1 A Sensibilidade da Estratégia Dinâmica ao Orçamento de Risco

O primeiro parâmetro investigado foi o limite de perda, ou orçamento de risco. A tabela 5 apresenta as rentabilidades anuais, a rentabilidade total e média nos 17 anos utilizados no *backtest*, e o menor retorno observado neste período para diferentes níveis de orçamento de risco. O nível de confiança  $(1-\alpha)$  foi mantido em 95% para todos os níveis de limite de perda e

não foi considerado custo de transação. A alocação voluntária em renda variável foi limitada a 100%, não sendo permitida venda a descoberto.

Ano	Limite de Perda Anual									
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1991	10,02%	16,71%	22,20%	26,23%	30,72%	47,19%	65,73%	82,78%	94,57%	104,42%
1992	-0,71%	-1,42%	-2,13%	-2,84%	-3,54%	-4,24%	-4,93%	-5,63%	-6,32%	-7,01%
1993	0,54%	1,03%	1,45%	1,82%	2,30%	2,79%	3,22%	3,48%	3,70%	3,89%
1994	-0,89%	-1,77%	-2,66%	-3,53%	-4,41%	-5,28%	-6,15%	-7,02%	-7,88%	-8,75%
1995	-0,76%	-1,51%	-2,26%	-3,01%	-3,76%	-4,50%	-5,23%	-5,96%	-6,69%	-7,42%
1996	1,17%	2,22%	3,07%	3,68%	4,27%	4,88%	6,05%	7,03%	7,67%	8,11%
1997	-1,11%	-2,20%	-3,28%	-4,34%	-5,40%	-6,45%	-8,70%	-9,43%	-9,01%	-10,01%
1998	-1,00%	-1,99%	-2,99%	-3,98%	-4,97%	-5,97%	-6,96%	-7,95%	-8,94%	-9,93%
1999	8,87%	16,55%	22,60%	28,14%	32,93%	36,85%	40,79%	44,24%	47,28%	50,02%
2000	-0,85%	-1,70%	-2,54%	-3,37%	-4,20%	-5,03%	-5,85%	-6,66%	-7,47%	-8,28%
2001	-0,85%	-1,70%	-2,54%	-3,37%	-4,20%	-5,02%	-5,84%	-6,65%	-7,45%	-8,25%
2002	-0,75%	-1,50%	-2,24%	-2,98%	-3,71%	-4,44%	-5,16%	-5,88%	-6,59%	-7,30%
2003	9,45%	16,05%	20,35%	23,42%	26,08%	28,18%	30,07%	31,71%	33,61%	35,93%
2004	0,26%	0,51%	0,75%	0,96%	1,15%	1,29%	1,33%	1,42%	1,54%	1,72%
2005	0,67%	1,33%	1,99%	2,65%	3,31%	3,97%	4,63%	5,28%	5,93%	6,59%
2006	1,68%	3,16%	3,71%	4,43%	4,95%	5,39%	5,90%	7,22%	7,69%	7,91%
2007	-0,69%	-1,39%	-2,10%	-2,81%	-3,50%	-0,08%	5,33%	7,69%	9,10%	9,87%
Total	26,76%	46,94%	59,60%	67,68%	74,37%	102,74%	137,25%	167,52%	188,32%	198,97%
Média	1,40%	2,29%	2,79%	3,09%	3,32%	4,25%	5,21%	5,96%	6,43%	6,65%
Mínimo Retorno	-1,11%	-2,20%	-3,28%	-4,34%	-5,40%	-6,45%	-8,70%	-9,43%	-9,01%	-10,01%

**Tabela 4 – Rentabilidade da Estratégia de Alocação Dinâmica por Orçamento de Risco**

O retorno médio da alocação dinâmica com base no risco foi crescente com o limite de perda estabelecido. A menos do ano de 1997, em todos os anos em que o retorno foi negativo, o limite de perda definido não foi ultrapassado. O mercado financeiro brasileiro naquele ano foi influenciado por fatores internos e externos que geraram fortes alterações nos preços dos ativos.

Após a alta verificada no mercado acionário em 1996, em decorrência da estabilidade da economia brasileira após a implantação do Plano Real e da continuidade do programa de privatização, o ano de 1997 começou com a expectativa de alta nos preços das ações brasileiras. Em abril de daquele ano, foi aprovada a possibilidade de reeleição, dentre outros

cargos do Poder Executivo, para o de Presidente da República. A privatização da Companhia Vale do Rio Doce, ocorrida em 06 de maio de 1997, reforçou a expectativa de alta para o Ibovespa, uma vez que a Telebrás, cujas ações detinham a maior participação no índice à época, seria a próxima grande privatização. A partir de julho, no entanto, teve início uma grave crise no sudeste asiático, até então destino predileto do capital financeiro internacional.

A estratégia dinâmica iniciou o ano de 1997 com apenas 15,3% da carteira em renda variável. Maiores exposições às ações ocorreram devido à ampliação do limite de risco gerada pela valorização da alocação original. Na primeira quinzena de julho, ao mesmo tempo em que o Ibovespa atingiu sua cotação máxima do ano, a alocação da estratégia dinâmica em renda variável se situava em níveis elevados para todos os limites de risco. Para todos os orçamentos de risco entre 5% e 10% de limite de perda, a alocação em renda variável atingiu 100% na simulação da estratégia.

A crise na Ásia acabou gerando quedas moderadas no Ibovespa a partir de agosto. O aumento de volatilidade observado no índice nesse período não foi suficiente para reduzir substancialmente a alocação em ações, uma vez que o limite de perda, formado pelo orçamento de risco inicial mais os ganhos até aquele momento, compensavam em larga escala o modesto aumento de risco por que passava o mercado. A sensação geral era de que os fundamentos econômicos e políticos do Brasil livrariam o país dos efeitos da crise asiática, cuja amplitude não era muito clara àquele momento. Em 23 de outubro, no entanto, a Bolsa de Hong Kong sofreu forte queda, o que contaminou os mercados do mundo inteiro. Em poucos dias do final de outubro, o Ibovespa apresentou desvalorização superior a 30%. A forte queda ocorrida no índice em 27 de outubro foi superior ao colchão formado pelo orçamento de risco mais as valorizações até aquele momento. A alocação em renda variável foi

conseqüentemente reduzida a zero e assim mantida até o encerramento do ano, o que impediu a estratégia de absorver parte da valorização do Ibovespa ocorrida em novembro e dezembro.

As segundas maiores perdas para cada um dos orçamentos de risco situaram-se na proximidade do limite estabelecido. No geral, a estratégia respeitou o orçamento de risco para os vários limites de perda estabelecidos nas simulações.

#### 6.1.2 A Sensibilidade da Estratégia Dinâmica ao Nível de Confiança

O segundo parâmetro investigado foi o nível de confiança,  $(1-\alpha)$ , escolhido para o cálculo do VaR da carteira. Utilizando o limite de perda de 5%, foram calculados os retornos da estratégia de alocação dinâmica com base em risco para  $(1-\alpha) = 99\%$ ,  $97,5\%$ ,  $95\%$ , e  $90\%$ . A tabela 5 indica, conforme era esperado, que a aplicação da estratégia com níveis de confiança mais altos gera em média maiores retornos como contrapartida aos maiores riscos incorridos.

Ano	(1- $\alpha$ )			
	99%	97,5%	95%	90%
1991	30,03%	29,90%	30,72%	68,50%
1992	-2,65%	-3,07%	-3,54%	-4,19%
1993	3,19%	2,82%	2,30%	0,93%
1994	-3,55%	-4,00%	-4,41%	-4,82%
1995	-3,14%	-3,43%	-3,76%	-4,21%
1996	3,96%	4,14%	4,27%	4,78%
1997	-4,98%	-5,22%	-5,40%	-7,52%
1998	-4,82%	-4,92%	-4,97%	-5,00%
1999	24,41%	28,55%	32,93%	37,97%
2000	-3,37%	-3,79%	-4,20%	-4,68%
2001	-3,34%	-3,77%	-4,20%	-4,68%
2002	-2,92%	-3,30%	-3,71%	-4,28%
2003	21,49%	23,91%	26,08%	28,67%
2004	1,59%	1,47%	1,15%	0,24%
2005	2,58%	2,94%	3,31%	3,75%
2006	4,99%	5,10%	4,95%	4,30%
2007	-0,98%	-2,24%	-3,50%	-4,78%
Total	70,36%	72,37%	74,37%	118,11%
Média	3,18%	3,25%	3,32%	4,69%
Mínimo Retorno	-4,98%	-5,22%	-5,40%	-7,52%

**Tabela 5 – Rentabilidade da Estratégia de Alocação Dinâmica por Nível de Confiança (1- $\alpha$ )**

Nos anos de 1991, 1999 e 2003, durante os quais o mercado acionário apresentou grande e contínuo processo de valorização, a utilização de menores níveis de confiança possibilitou à estratégia absorver maiores ganhos do que ocorreria com a utilização de maiores níveis de confiança. Nos anos de queda do Ibovespa, os níveis de confiança maiores amorteceram as perdas. Com a utilização de 99% de confiança, até mesmo a perda do ano de 1997 não ultrapassou o limite de perda. Níveis de confiança muito reduzidos na utilização da estratégia geram, no entanto, o risco de perdas muito superiores ao limite estabelecido pelo orçamento, como ocorreu na simulação de retornos no ano de 1997, com um nível de confiança de 90%.

### 6.1.3 Alocação Dinâmica X Alocação Estática

Para investigar a importância do ajuste dinâmico na estratégia de alocação com base no risco, foram comparados seus retornos com a manutenção de alocação constante a cada ano. O limite de perda anual foi estabelecido em 5% e o nível de confiança em 95%. Na tabela 6 são mostradas as alocações iniciais pela estratégia baseada em risco, em cada ano, de acordo com os parâmetros definidos. Na coluna “Retorno s/ajuste dinâmico” são exibidos os retornos, caso a alocação inicial fosse mantida por todo o ano. Os retornos decorrentes da aplicação da estratégia dinâmica constam da coluna seguinte.

Ano	Alocação Inicial Renda Variável	Retorno s/ajuste Dinâmico	Retorno c/ajuste Dinâmico
1991	6,75%	18,88%	30,72%
1992	6,24%	-2,02%	-3,54%
1993	6,55%	5,04%	2,30%
1994	7,07%	-0,72%	-4,41%
1995	8,25%	-2,93%	-3,76%
1996	6,85%	1,95%	4,27%
1997	12,68%	2,05%	-5,40%
1998	17,06%	-8,25%	-4,97%
1999	10,47%	10,52%	32,93%
2000	6,35%	-1,52%	-4,20%
2001	10,76%	2,11%	-4,20%
2002	11,02%	-3,34%	-3,71%
2003	13,43%	8,04%	26,08%
2004	13,44%	0,18%	1,15%
2005	12,05%	0,88%	3,31%
2006	15,17%	-1,72%	4,95%
2007	18,21%	5,17%	-3,50%
Total		36,43%	74,37%
Média	10,73%	1,84%	3,32%
Mínimo Retorno		-8,25%	-5,40%

**Tabela 6 – Rentabilidade das Alocações com e sem Ajuste Dinâmico**

Em nove dos 17 anos simulados, a estratégia dinâmica obteve menor retorno que a alocação estática. No entanto, o retorno total da alocação dinâmica foi muito superior à alocação estática. Melhores retornos da alocação dinâmica foram observados em anos de forte queda ou alta do mercado.

No primeiro caso, a elevação da volatilidade e as perdas incorridas pela carteira foram consumindo o orçamento de risco. Em decorrência disso, a estratégia dinâmica reduziu a alocação no ativo arriscado chegando, em alguns anos, a alocar todos os recursos da carteira no ativo livre de risco.

Nos anos em que ocorreram altas fortes no Ibovespa, a estratégia dinâmica elevou a alocação em renda variável em decorrência das valorizações iniciais e da redução da volatilidade desse índice, o que acabou gerando maiores ganhos em comparação com a posição estática. A estratégia dinâmica gerou seus melhores retornos nos anos de 1991, 1999 e 2003. Estes três períodos foram iniciados sob a influência dos anos imediatamente anteriores, quando ocorreram fortes desvalorizações no mercado acionário em decorrência de fatores econômicos ou políticos. Como o tempo e a forma para que tais fatores fossem completamente refletidos nos preços dos ativos eram incertos, dificilmente as altas verificadas em 1991, 1999 e 2003 puderam ser previstas.

No início de 1990, o recém empossado presidente Fernando Collor de Melo, com o objetivo de estancar o processo inflacionário por que passava o país, deu um choque de liquidez na economia, tornando indisponível a maior parte dos ativos monetários em poder do setor privado. Os efeitos foram queda e desorganização da produção, redução do emprego e da renda, além de grande desvalorização no preço dos ativos. A monetização da economia

começou a ocorrer a partir de meados de 1990, de forma segmentada e desorganizada. Os vasos comunicantes entre os diversos segmentos econômicos, no entanto, expandiram a monetização para todos os setores. No final daquele ano já havia novamente sinais de inflação, o que, juntamente com o receio da população de que outro bloqueio de bens monetários pudesse ocorrer, ocasionou um inesperado aumento de demanda por bens reais no ano seguinte, em particular pelas ações.

Em 1998, a crise internacional iniciada no ano anterior nos países do sudeste asiático se aprofunda e atinge também a Rússia. Os países com déficit na balança de transações correntes são os mais vulneráveis à crise, devido à forte redução na disponibilidade de capitais externos. Esses países, que até então adotavam o câmbio fixo, foram forçados a realizar grandes desvalorizações em suas moedas e alguns alteraram a política cambial para câmbio flutuante, em razão do total estrangulamento das contas externas. A partir do segundo semestre de 1998 as condições do balanço de pagamentos do Brasil pioram consideravelmente, o que levou o Banco Central a promover sucessivos e agressivos aumentos da taxa de juros básica da economia, na tentativa de atrair capitais externos, reduzir o déficit da balança comercial e assim evitar o colapso da política de câmbio fixo. Em janeiro de 1999 a situação das contas externas do Brasil se tornou insustentável, em decorrência do baixíssimo nível das reservas internacionais, a despeito dos vários empréstimos obtidos junto a organismos multilaterais no ano anterior. Após a tentativa de realizar uma desvalorização do Real de forma regulada, o Banco Central adotou o câmbio flutuante. Ainda em janeiro de 1999 o Real sofreu desvalorização de 65,2% frente ao Dólar norte-americano.

A desvalorização do Real gerou forte queda na cotação das ações brasileiras denominadas em dólar. A perspectiva de redução das taxas de juros básica aumentou, visto que o câmbio flutuante tornava dispensável a manutenção de taxas tão altas para o equilíbrio do balanço de

pagamentos. Além disso, com a desvalorização do Real as empresas produtoras de *tradables* melhoraram sua competitividade. Tudo isso resultou em um aumento de demanda pelas ações no Brasil, o que ocasionou forte alta no Ibovespa em 1999.

Já 2003 se seguiu a dois anos muito ruins para a economia brasileira. Após a melhoria das condições macroeconômicas decorrente da adoção do câmbio flutuante e da regularização das condições do Balanço de Pagamentos, o Brasil enfrentou em 2001 e em 2002 uma inesperada escassez de energia elétrica, o que elevou seu custo e restringiu o crescimento do PIB. Em meio a tudo isso, a perspectiva de um partido de esquerda eleger o Presidente da República (o então candidato pelo Partido dos Trabalhadores - PT, Luis Inácio Lula da Silva) para o mandato entre 2003 e 2006 provocou a saída de investidores estrangeiros e a desvalorização do Real. A inflação acelerou e, por isso, houve a necessidade de elevação das taxas de juros.

No início de 2003, as perspectivas para a economia brasileira não eram boas, mas, depois das quedas verificadas em 2000, 2001 e 2002, já estavam em grande parte refletidas nos preços das ações. Ao longo de 2003, o novo governo, exercido pelo presidente Lula, conseguiu restabelecer a confiança dos investidores graças à manutenção do câmbio flutuante e à austeridade na condução da política monetária e fiscal. O capital externo começou paulatinamente a investir nos ativos brasileiros, o Real passou a se valorizar, a taxa de inflação entrou em declínio, a taxa de juros passou a ter perspectiva de queda e a tendência do PIB era de alta. No decorrer do ano os investidores elevaram sua alocação em renda variável. E, ao contrário do que era esperado nos primeiros meses, 2003 terminou com forte valorização do Ibovespa.

Uma questão relevante a ser observada nos retornos gerados de estratégias dinâmicas em comparação com a manutenção de alocação estática se refere aos custos de transação. A

valorização da estratégia dinâmica relevante para a comparação deve ser líquida dos custos de transação, para que não sejam computados retornos que na realidade não podem ser obtidos.

Os custos de corretagem e emolumentos incorridos por grandes clientes de renda variável no Brasil são de aproximadamente 11 pontos base do valor operado. Para assegurar um rápido posicionamento nas realocações definidas pela estratégia dinâmica, houve a suposição de que qualquer realocação é realizada em duas tranches. Inicialmente a realocação é realizada com o uso de contratos futuros e posteriormente esta posição é desfeita com o simultâneo posicionamento em ações à vista. Dessa forma, a realocação dos investimentos supôs a necessidade de três operações que, portanto, demandam o pagamento de 33 pontos base a título de custo de transação.

Uma vez que na alocação estática o reposicionamento da carteira ocorre apenas no início de cada ano, somente nessas datas foram reduzidos os custos de transação calculados sobre os valores realocados. Na estratégia dinâmica, a cada realocação são deduzidos os custos de transação sobre a parcela realocada. Os resultados, líquidos de corretagem, da aplicação da estratégia de alocação dinâmica com base em risco com limite de perda de 5% e nível de confiança de 95% e da alocação estática durante o ano são apresentados na tabela 7.

Ano	Alocação Inicial Renda Variável	Retorno s/ajuste Dinâmico	Retorno c/ajuste Dinâmico
1991	6,75%	18,88%	25,73%
1992	6,24%	-2,08%	-3,72%
1993	6,55%	5,03%	1,06%
1994	7,07%	-0,73%	-4,54%
1995	8,25%	-2,94%	-3,91%
1996	6,85%	1,94%	2,81%
1997	12,68%	2,04%	-5,36%
1998	17,06%	-8,26%	-5,01%
1999	10,47%	10,51%	29,74%
2000	6,35%	-1,57%	-4,44%
2001	10,76%	2,09%	-4,46%
2002	11,02%	-3,35%	-4,05%
2003	13,43%	8,03%	23,57%
2004	13,44%	0,16%	-0,59%
2005	12,05%	0,87%	2,42%
2006	15,17%	-1,73%	2,92%
2007	18,21%	5,16%	-4,27%
Total		36,08%	46,11%
Média	10,73%	1,83%	2,26%
Mínimo Retorno		-8,26%	-5,36%

**Tabela 7 – Rentabilidades Líquidas do Custo de Transação das Alocações com e sem Ajuste Dinâmico**

Em ambos os casos não foram considerados na simulação os custos de transação da alocação inicial no ativo arriscado, o que não gera efeito na comparação uma vez que ambas as estratégias incorreram nos mesmos custos. Os custos de transação reduziram consideravelmente os retornos obtidos pela estratégia de alocação dinâmica baseada em risco, o que não ocorreu na alocação estática que é submetida a um único ajuste por ano.

Um resultado inesperado ocorreu em 1997, quando o retorno da estratégia dinâmica, líquida dos custos de transação, foi maior que a obtida sem levar em consideração tais custos. Isso ocorreu porque a redução gerada no valor total da carteira pelo pagamento de corretagens ao

longo do ano consumiu uma parte do orçamento de risco. Por ocasião do início do movimento de queda ocorrido no Ibovespa a partir de outubro, o valor da carteira era menor quando descontadas as corretagens do que na simulação sem custo de transação, o que ocasionou menor alocação no ativo arriscado no momento de forte queda e, conseqüentemente, menores perdas.

#### 6.1.4 Alocação Dinâmica X Aquisição de Opção de Venda

Na tabela 8 são mostrados a volatilidade anual utilizada no cálculo do prêmio da opção de venda, o preço encontrado, a alocação resultante no Ibovespa e os retornos da utilização de opção de venda como seguro e da estratégia dinâmica. Em ambos os casos foram utilizados limite de perda de 5% como orçamento de risco e custo de transação de 33 pontos base. Não foi considerada a corretagem da primeira alocação de ambas as estratégias, nem custo de transação na aquisição das opções de venda.

Ano	Volatilidade ano utilizada no cálculo da opção de venda	Prêmio da opção de venda	Alocação RV protegida pela opção de venda	Retorno da Estratégia com opção de venda	Retorno c/ajuste Dinâmico
1991	82,06%	31,84	15,70%	38,91%	25,57%
1992	98,28%	37,69	13,27%	-5,12%	-3,96%
1993	87,58%	33,85	14,77%	6,34%	1,96%
1994	74,68%	29,11	17,17%	-5,01%	-4,61%
1995	56,66%	22,31	22,42%	-5,03%	-4,13%
1996	79,63%	30,95	16,16%	-0,42%	3,00%
1997	30,49%	12,12	41,26%	2,22%	-5,40%
1998	21,08%	8,40	59,55%	-5,06%	-4,85%
1999	39,49%	15,65	31,94%	27,01%	32,55%
2000	94,20%	36,24	13,80%	-5,14%	-4,24%
2001	37,99%	15,07	33,19%	-5,08%	-4,11%
2002	36,78%	14,59	34,27%	-5,01%	-4,51%
2003	28,31%	11,26	44,41%	21,56%	23,93%
2004	28,28%	11,25	44,46%	-3,95%	1,32%
2005	32,61%	12,95	38,61%	-2,54%	4,30%
2006	24,30%	9,67	51,69%	3,55%	3,77%
2007	19,51%	7,77	64,34%	13,90%	-4,79%
Total				78,14%	56,78%
Média				3,45%	2,68%
Mínimo Retorno				-5,14%	-5,40%

**Tabela 8 – Rentabilidade das Alocações com Base no Uso de Opções de Venda e na Estratégia de Alocação Dinâmica Baseada em Risco**

Além de, por construção, não ter ultrapassado o limite de risco<sup>11</sup>, a alocação no ativo arriscado, juntamente com a manutenção de posição comprada em opções de venda, obteve maior retorno no período dos testes do que a estratégia dinâmica baseada em risco. Beneficiada pela flexibilidade em aumentar a alocação no ativo arriscado, a estratégia dinâmica obteve melhores retornos em anos nos quais o Ibovespa apresentou um contínuo movimento de alta. A estratégia que utilizou as opções de venda obteve maiores

<sup>11</sup> Os retornos levemente inferiores a 5% observados ocorreram em decorrência do custo de corretagem sobre a alteração de alocação no Ibovespa a cada início de ano.

rentabilidades nos anos em que após um primeiro movimento de alta, o Ibovespa apresentou forte e repentina queda, como ocorreu em 1991, 1993, 1997 e 2007. Por ocasião da inesperada queda, a estratégia dinâmica encontrava-se com elevada alocação no ativo de risco e foi forçada a reduzir a alocação no Ibovespa a preços inferiores aos das aquisições mais recentes. Em cada um desses anos há um fato aparentemente inesperado, que catalisa um forte movimento de queda após o Ibovespa ter passado por uma forte valorização.

Em 1991 a queda ocorrida no segundo semestre tem como justificativa as denúncias de corrupção contra o Presidente da República à época. Sendo um fato único e inesperado, não há consenso sobre os desdobramentos e as conseqüências que aquelas denúncias poderiam ter sobre o preço dos ativos. Ao fim de 1991 predominava a sensação de que não haveria maiores conseqüências e o Ibovespa voltou a subir. A estratégia dinâmica, que havia reduzido a exposição ao risco no momento anterior, não conseguiu absorver totalmente as altas do Ibovespa ocorridas na proximidade do final do ano.

Em outubro de 1993, a instalação de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) com o objetivo de apurar denúncias de corrupção por parte de integrantes da Comissão de Orçamento da Câmara dos Deputados voltou a criar turbulência no mercado financeiro. O movimento de alta nas ações verificado até ali era atribuído à privatização da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), ocorrida no primeiro semestre, e ao encaminhamento de um plano econômico, considerado coerente e factível pelo mercado financeiro, destinado a estancar o processo inflacionário agravado ao longo das últimas duas décadas.

A crise institucional, estabelecida a partir da criação da CPI, gerou insegurança quanto à viabilidade política para a continuidade do plano antiinflacionário, visto que seriam necessárias várias modificações legais para a sua completa implementação. Novamente a

estratégia dinâmica estava com elevada alocação no ativo arriscado por ocasião do movimento de queda ocorrido próximo ao fim do horizonte de investimento do ano de 1993. No ano de 1997, a anteriormente mencionada crise no sudeste asiático foi a causa da inesperada reversão do movimento de alta do mercado.

Já em 2007, após a tendência de alta verificada no primeiro semestre, o Ibovespa sofreu forte queda, acompanhando as desvalorizações ocorridas em todos os principais mercados acionários do mundo, como reflexo dos primeiros sintomas relacionados à crise do *subprime*. Nos últimos meses do ano, entretanto, o Ibovespa voltou a se valorizar devido à forte alta nos preços das *commodities* no mercado internacional, o que foi benéfico para várias empresas com grande representatividade no índice. A estratégia dinâmica também nesse ano sofreu fortes perdas devido à grande exposição em renda variável por ocasião das quedas, reduziu a alocação no Ibovespa e não conseguiu absorver completamente os ganhos ocorridos próximo ao fim do ano.

Embora a utilização de opção de venda como forma de absorver ganhos de um mercado em tendência de alta, limitando as possíveis perdas anuais a um determinado valor, tenha apresentado melhores retornos na simulação realizada, é importante lembrar que o mercado de opções de venda no Brasil é muito restrito. Usualmente os negócios com opções de venda, principalmente com prazo de vencimento superior a dois meses, só são realizados em mercado de balcão. O custo de transação efetivo depende, portanto, do *spread* praticado pelas contrapartes disponíveis. Além disso, caso não tenha registro em *clearings* na modalidade com garantia, o negócio tem um risco de contraparte que precisa ser considerado na decisão.

#### 6.1.5 Incorporação de um Parâmetro de Negociação Mínima na Alocação Dinâmica

Visto que a alocação da estratégia dinâmica baseada em risco é calculada com base em uma distribuição contínua, realocações entre o ativo arriscado e o ativo sem risco são realizadas diariamente. Para reduzir o elevado giro da carteira na estratégia de alocação dinâmica, foram calculados os retornos para diversos níveis de negociação mínima. A realocação diária indicada pela estratégia somente ficou condicionada a um nível de negociação mínimo, definido na forma de percentual do valor da carteira total. Assim, foi possível reduzir o giro da carteira, representado pelo somatório anual das proporções, em relação ao valor da carteira, dos negócios realizados. Nos cálculos resumidos na tabela 9 foram utilizados orçamento de risco de 5%, nível de confiança de 95% e custo de transação de 33 pontos base. Nela são resumidos os retornos e o giro anuais da carteira, além da relação retorno/giro calculada para todo o período avaliado para cada nível de negociação mínima estabelecida.

Data	Negociação Min.= 0		Negociação Min.= 1%		Negociação Min.= 2%		Negociação Min.= 3%		Negociação Min.= 4%		Negociação Min.= 5%	
	Retorno	Giro	Retorno	Giro	Retorno	Giro	Retorno	Giro	Retorno	Giro	Retorno	Giro
1991	25,73%	930,9%	25,36%	890,1%	23,83%	795,7%	23,52%	777,4%	25,40%	781,0%	25,57%	736,5%
1992	-3,72%	95,8%	-3,61%	61,0%	-3,36%	44,9%	-3,79%	38,1%	-4,09%	31,0%	-3,96%	25,6%
1993	1,06%	379,8%	1,15%	348,6%	2,14%	330,5%	1,38%	302,2%	1,94%	299,7%	1,96%	270,7%
1994	-4,54%	150,5%	-4,55%	103,5%	-4,36%	77,3%	-4,27%	55,0%	-4,59%	26,1%	-4,61%	31,6%
1995	-3,91%	76,9%	-3,74%	53,5%	-3,72%	45,0%	-4,34%	14,5%	-3,82%	27,9%	-4,13%	25,3%
1996	2,81%	406,2%	2,87%	374,1%	3,06%	323,6%	3,13%	282,2%	3,39%	279,9%	3,00%	277,1%
1997	-5,36%	759,9%	-5,37%	744,7%	-5,37%	699,4%	-5,38%	664,7%	-5,38%	659,2%	-5,40%	598,1%
1998	-5,01%	99,6%	-4,99%	57,9%	-5,00%	42,8%	-5,00%	37,1%	-4,75%	33,5%	-4,85%	26,4%
1999	29,74%	384,7%	28,69%	343,7%	31,32%	320,2%	33,28%	292,4%	32,82%	267,3%	32,55%	219,2%
2000	-4,44%	152,9%	-4,45%	108,5%	-4,26%	87,9%	-4,23%	77,2%	-4,45%	47,6%	-4,24%	51,2%
2001	-4,46%	139,8%	-4,38%	102,2%	-4,49%	77,6%	-4,65%	53,6%	-4,45%	61,2%	-4,11%	98,6%
2002	-4,05%	134,4%	-3,96%	103,2%	-3,89%	91,1%	-4,45%	44,1%	-4,01%	71,1%	-4,51%	36,0%
2003	23,57%	347,3%	25,06%	274,0%	24,66%	248,9%	26,28%	216,3%	24,55%	235,2%	23,93%	247,5%
2004	-0,59%	374,2%	-0,36%	315,2%	0,12%	281,8%	0,54%	257,7%	0,65%	223,6%	1,32%	224,2%
2005	2,42%	501,1%	2,79%	456,1%	3,28%	406,8%	3,19%	364,4%	3,34%	358,7%	4,30%	355,0%
2006	2,92%	438,2%	3,27%	394,1%	3,34%	361,1%	3,80%	329,6%	3,18%	327,0%	3,77%	317,3%
2007	-4,27%	767,9%	-4,27%	746,8%	-4,29%	703,8%	-4,26%	722,6%	-4,24%	706,2%	-4,79%	646,5%
Retorno Total	46,11%		48,50%		53,4%		54,88%		56,20%		56,78%	
Retorno Médio	2,26%		2,35%		2,55%		2,61%		2,66%		2,68%	
Giro Médio		361,2%		322,2%		290,5%		266,4%		261,0%		246,3%
Retorno/Giro		0,128		0,151		0,184		0,206		0,215		0,231

**Tabela 9 – Retorno e Giro da Estratégia de Alocação Dinâmica por Nível de Negociação Mínima**

É possível perceber a redução dos pagamentos de corretagens em virtude da redução do giro, ocasionada pela adoção de um limite mínimo para realocação dos ativos.

#### 6.1.6 A Alocação Dinâmica sob as Regras dos Fundos de Pensão Brasileiros

Nos próximos testes serão respeitados os limites legais para alocação de investimentos nos fundos de pensão brasileiros. A aplicação da estratégia dinâmica com base em risco por um fundo de pensão no Brasil depende dos limites de alocação por segmento, ou classe de investimentos.

Nos testes realizados neste capítulo, continuamos utilizando duas classes de investimento: uma arriscada, representada pelo Ibovespa e outra livre de risco, representada por aplicações à taxa Selic. O limite de 50% dos investimentos na alocação no ativo representativo da renda variável foi introduzido nos testes para cumprir o limite a que estão submetidos os fundos de pensão no Brasil. Alocações no Ibovespa superiores a 50% ocorreram apenas de forma passiva, devido à valorização do Ibovespa em relação à aplicação no ativo livre de risco. Nesse caso, não foram feitas alocações adicionais no ativo arriscado, até que sua alocação correspondesse a menos de 50% da carteira de investimentos.

Na tabela 10 são apresentados os retornos da aplicação da estratégia dinâmica com orçamento de risco de 5%, nível de confiança de 95%, custos de corretagem de 33 pontos base, limite mínimo de negociação de 3% do valor da carteira e limite máximo de alocação em renda variável de 50% dos investimentos. Como base de comparação, são reproduzidos os resultados obtidos com um limite máximo de renda variável de 100% dos investimentos, mantidos os demais parâmetros.

Ano	Rentorno da Estratégia de Ajuste Dinâmico Alocação máxima em RV = 100%	Rentorno da Estratégia de Ajuste Dinâmico Alocação máxima em RV = 50%
1991	23,52%	42,81%
1992	-3,79%	-3,79%
1993	1,38%	2,09%
1994	-4,27%	-4,27%
1995	-4,34%	-4,34%
1996	3,13%	3,45%
1997	-5,38%	-5,12%
1998	-5,00%	-5,00%
1999	33,28%	24,29%
2000	-4,23%	-4,23%
2001	-4,65%	-4,65%
2002	-4,45%	-4,45%
2003	26,28%	17,79%
2004	0,54%	0,70%
2005	3,19%	3,19%
2006	3,80%	3,86%
2007	-4,26%	4,68%
Total	54,88%	72,82%
Média	2,61%	3,27%
Mínimo Retorno	-5,38%	-5,12%

**Tabela 10 – Rentabilidades Da Estratégia Dinâmica por Limite de Alocação em RV**

O retorno da aplicação da estratégia dinâmica submetida ao limite de 50% de alocação voluntária em renda variável, ao contrário do esperado, foi superior à rentabilidade obtida com um limite de 100%. Sob uma condição mais restritiva seria de se esperar que os retornos fossem menores, mas não é o que foi observado.

Além de reduzir consideravelmente o giro da carteira e, conseqüentemente, as despesas com corretagens, o limite de 50% em renda variável impediu que a estratégia dinâmica apresentasse alocações excessivamente elevadas nos anos com súbita alteração da tendência de alta para baixa, com uma leve recuperação nos últimos meses. Em 1991, 1993 e 2007 a preservação de uma parcela maior do orçamento de risco permite à alocação com menor

limite de exposição à renda variável retomar as posições por ocasião das altas ao final do ano. Em 2007 o limite de 50% não é suficiente para preservar o orçamento de risco e não há diferença significativa para o limite de 100% em renda variável. Nos anos em que a tendência de alta é contínua, a possibilidade de manter maior exposição no Ibovespa gerou melhor retorno, como em 1999 e 2003. Nos anos de tendência de baixa as rentabilidades da estratégia dinâmica sob ambos os limites foram semelhantes.

Os resultados encontrados motivaram a investigação sobre a eficácia da adoção de um limite de exposição ao ativo arriscado. Conforme foi observado na simulação anterior, a função do limite é impedir que a estratégia dinâmica eleve excessivamente exposição ao risco nos períodos de forte tendência de alta, quando o mercado reage com grandes e súbitas desvalorizações ao surgimento de notícias negativas. Com os mesmos parâmetros da simulação anterior, são mostrados na tabela 11 os efeitos da adoção de limites entre 10% e 100% na alocação em renda variável sobre o retorno e o giro.

Ano	Alocação Máxima em RV									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1991	16,19%	24,22%	32,63%	37,90%	42,81%	43,69%	41,24%	29,15%	24,03%	23,52%
1992	-2,66%	-3,79%	-3,79%	-3,79%	-3,79%	-3,79%	-3,79%	-3,79%	-3,79%	-3,79%
1993	5,02%	7,71%	5,87%	2,75%	2,09%	1,98%	1,91%	1,73%	1,56%	1,38%
1994	0,22%	-4,27%	-4,27%	-4,27%	-4,27%	-4,27%	-4,27%	-4,27%	-4,27%	-4,27%
1995	-4,34%	-4,34%	-4,34%	-4,34%	-4,34%	-4,34%	-4,34%	-4,34%	-4,34%	-4,34%
1996	1,93%	3,28%	3,55%	3,15%	3,45%	3,56%	3,24%	3,02%	3,06%	3,13%
1997	2,98%	4,03%	3,94%	-5,60%	-5,12%	-4,72%	-6,12%	-5,38%	-5,38%	-5,38%
1998	-5,14%	-5,00%	-5,00%	-5,00%	-5,00%	-5,00%	-5,00%	-5,00%	-5,00%	-5,00%
1999	8,20%	14,75%	18,18%	22,51%	24,29%	26,68%	28,58%	30,18%	32,02%	33,28%
2000	-1,99%	-4,23%	-4,23%	-4,23%	-4,23%	-4,23%	-4,23%	-4,23%	-4,23%	-4,23%
2001	-3,14%	-4,65%	-4,65%	-4,65%	-4,65%	-4,65%	-4,65%	-4,65%	-4,65%	-4,65%
2002	-3,41%	-4,45%	-4,45%	-4,45%	-4,45%	-4,45%	-4,45%	-4,45%	-4,45%	-4,45%
2003	5,45%	9,45%	13,11%	15,78%	17,79%	19,19%	21,12%	22,94%	24,69%	26,28%
2004	0,14%	0,18%	0,55%	0,85%	0,70%	0,70%	0,58%	0,60%	0,59%	0,54%
2005	0,22%	1,23%	2,29%	2,98%	3,19%	3,19%	3,19%	3,19%	3,19%	3,19%
2006	1,51%	2,44%	2,43%	3,30%	3,86%	4,32%	3,39%	3,46%	3,62%	3,80%
2007	2,93%	4,29%	4,38%	4,31%	4,68%	4,51%	3,08%	-3,85%	-4,24%	-4,26%
Total	24,40%	42,87%	62,24%	59,94%	72,82%	80,62%	75,53%	54,58%	52,10%	54,88%
Média	1,29%	2,12%	2,89%	2,80%	3,27%	3,54%	3,37%	2,59%	2,50%	2,61%
Mínimo Retorno	-5,14%	-5,00%	-5,00%	-5,60%	-5,12%	-5,00%	-6,12%	-5,38%	-5,38%	-5,38%
Giro da Carteira	16,3%	36,2%	57,8%	86,2%	106,5%	125,8%	173,2%	226,7%	253,5%	266,4%

**Tabela 11 – Retorno e Giro da Estratégia Dinâmica por Limite de Alocação em RV**

Os resultados encontrados indicam que a utilização de um limite de posição no ativo arriscado pode melhorar a rentabilidade da estratégia de alocação dinâmica com base no risco. O limite de exposição estanca a tendência da estratégia dinâmica em assumir maiores posições a cada alta do ativo arriscado. No início dos movimentos de alta esta característica contribui positivamente, pois nem sempre o movimento de alta pôde ser previsto. A partir de certo tamanho de alocação, no entanto, aumenta muito o risco de a estratégia ser obrigada a zerar suas posições arriscadas, caso ocorram perdas momentâneas que consumam o limite de perda.

## 6.2 BACKTEST DA ESTRATÉGIA DE ALOCAÇÃO DINÂMICA BASEADA EM RISCO COM OS ATIVOS *IB*, *IM* E *IS*

O *backtest* da estratégia dinâmica com duas classes de ativos arriscados, mesmo com o artifício de encurtamento do horizonte de investimento de anual para semestral, não pode contar com grande diversidade de situações de mercado. Entre o segundo semestre de 2004 e o primeiro semestre de 2008, período em que os retornos da estratégia foi calculado, houve relativa tranquilidade nos mercados financeiros brasileiros, em comparação com os anos entre 1991 e 2003.

No *backtest* da estratégia dinâmica baseado em risco com a utilização dos ativos *IB*, *IM* e *IS* foi utilizado orçamento de risco de 2,5% para cada horizonte de investimento de curto prazo, nível de confiança de 5%, custo de transação de 33 pontos base, negociação mínima de 3% do total da carteira e limite de 50% para alocação voluntária em *IB* e 100% em *IM*. Os resultados da aplicação da estratégia e os da manutenção de alocação fixa ao longo do horizonte de investimento de curto prazo são exibidos na tabela 12.

Período	Alocação Fixa			Retorno da Estratégia com Ajuste Dinâmico
	Alocação em <i>IB</i>	Alocação em <i>IS</i>	Retorno	
2º Sem 2004	6,9%	5,7%	1,0%	2,7%
1º Sem 2005	9,8%	8,6%	-1,4%	-2,6%
2º Sem 2005	9,3%	8,1%	1,9%	2,4%
1º Sem 2006	9,9%	8,7%	0,0%	-2,6%
2º Sem 2006	10,5%	9,3%	2,1%	2,5%
1º Sem 2007	7,8%	6,7%	1,6%	2,8%
2º Sem 2007	8,8%	7,6%	0,7%	-1,9%
1º Sem 2008	9,2%	8,2%	-0,3%	-1,8%
Total			5,71%	1,35%
Média	9,04%	7,89%	0,70%	0,17%
Mínimo Retorno			-1,43%	-2,56%

**Tabela 12 – Rentabilidades Líquidas do Custo de Transação das Alocações com e sem Ajuste Dinâmico Utilizando Dois Ativos Arriscados**

Apesar de o retorno da aplicação da estratégia total ter sido positivo no período analisado, ele foi inferior ao obtido pela manutenção da alocação onde os ajustes foram feitos apenas no início do período, de acordo com os parâmetros da alocação baseada em risco. Nos semestres em que a estratégia dinâmica obteve retornos positivos, eles foram maiores que os obtidos pela estratégia de alocação fixa, indicando que a estratégia dinâmica conseguiu absorver ganhos nas fases de tendência de alta dos mercados arriscados.

Em dois períodos, 1º Sem 2005 e 1º Sem 2006, (1) a estratégia dinâmica ultrapassou o orçamento de risco, mas apenas em pequeno valor percentual e sem comprometer substancialmente o objetivo de limitar perdas no horizonte de investimento de curto prazo.

No geral, os testes com os dois ativos arriscados não indicaram uma clara vantagem da utilização da estratégia dinâmica. O retorno observado no período simulado não parece compatível com a necessidade de estimação dos vários parâmetros e das dificuldades operacionais necessários à sua real implementação.

## 7 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi testada a aplicação da estratégia dinâmica baseada em risco nas classes de ativos usualmente utilizadas pelos fundos de pensão na alocação de seus investimentos. De acordo com a estratégia a alocação é definida de forma automática, a partir de parâmetros pré-definidos. Há uma grande desvantagem nos modelos de alocação automática: a incerteza quanto à estabilidade dos parâmetros necessários ao seu funcionamento. Como o comportamento dos mercados muda constantemente de padrão, a utilização de estratégias de alocação automáticas que não se adaptem rapidamente a um novo regime vigente pode resultar em perdas.

O *backtest* da estratégia de retorno total baseada em risco evidenciou algumas situações de mercado nas quais sua aplicação foi potencialmente lucrativa e outras onde deveria ter sido evitada. A estratégia dinâmica se mostrou capaz de absorver ganhos em períodos onde os ativos arriscados estavam muito deprimidos, refletindo uma situação econômica ou política desfavorável. Em contrapartida, sua utilização em mercados que já tinham apresentado fortes movimentos de alta não foi apropriada em virtude da elevação contínua de posições em decorrência da ampliação do limite de perda.

Assim, podemos concluir que, embora não como ferramenta única, a estratégia dinâmica com base no risco tem potencial para auxiliar os gestores de investimentos na alocação de ativos

quando o objetivo for o retorno total, desde que haja discernimento quanto ao melhor momento para sua utilização.

## **8 SUGESTÃO DE PESQUISA**

A primeira sugestão é no sentido de retomar a pesquisa com mais de um ativo arriscado assim que for disponibilizada uma maior série de dados. Outros ativos, como *commodities* ou moedas, podem ser utilizados para a verificação do comportamento da estratégia.

A utilização da estratégia dinâmica com base em risco em momentos de baixa juntamente com uma estratégia contra-cíclica nos momentos de alta dos mercados, pode também ser objeto de uma nova pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDIMA, **Sinopse Andima** , junho 2008.

ARTZNER, P.; DELBAEN, F.; EBER, J. M.; HEATH, D. **Coherent Measures of Risk**, *Mathematical Finance*, v. 9, n. 3, p. 203-228, July 1999.

BLACK, F.; JONES, R. **Simplifying portfolio insurance for corporate pension plans**, *Journal of Portfolio Management*; Fall87, p. 48-51, 1987.

BLACK, F.; SCHOLES, M. S. **The Pricing of Options and Corporate Liabilities**. *Journal of Political Economy*, p. 637-654, May/June1973.

BERNSTEIN, P. L. **The Price of Risk and the Heisenberg Uncertainty Principle**, *The Journal of Portfolio Management*, v. 33, n. 3, p.1-1, Spring 2007.

BRASIL, Resolução C.M.N. 3.456 de 01 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 06 de junho de 2007. Disponível em <<http://www.abrapp.org.br/ppub/portal/adm/editor/UploadArquivos/ResolucaoCMN3456.pdf>> Acesso em 18/11/2008 às 21:00h.

\_\_\_\_\_ Resolução CGPC 26 de 29 de setembro de 2008, publicada no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 de outubro de 2008. Disponível em < [http://www.anapar.com.br/superavit/resolucao\\_cgpc\\_26\\_29-setembro-de-2008.pdf](http://www.anapar.com.br/superavit/resolucao_cgpc_26_29-setembro-de-2008.pdf)>. Acesso em 18/11/2008 às 21:20h.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C.; ALLEN FRANKLIN **Principles of Corporate Finance**. 6th. Ed. Boston: The Irwin/McGraw-Hill, 2000.

COOPER, D.R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

DOWD, K. **Measuring Market Risk**, New York: John Wiley & Sons, 2002.

COX, J.C.; ROSS, S. A. **The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes**. Journal of Financial Economics, v.3, p. 145-166, 1976.

DUARTE JR., A. M.; VARGA, G. (organizadores) **Gerência de Risco de Derivativos em Gestão de Riscos no Brasil**, Rio de Janeiro: Financial Consultoria, 2003.

DUGGER, W. M. **Two Twists in Economic Methodology Positivism and Subjectivism**, American Journal of Economics and Sociology, v. 2, n. 1, p. 75-91, 1983.

ERB, C. B.; HARVEY C. R.; VISKANTA, T. E. **Forecasting International Equity Correlations**, Financial Analysts Journal, p. 32-45, November/December 1994.

FONG, H. G.; VASICEK O. A. **A Risk Minimizing Strategy for Portfolio Immunization**, The Journal of Finance, 39(5), p. 1541-1546, 1984.

GOMIDES, A. T. R. **Avaliação de Riscos em Estratégias de Investimentos de Longo Prazo: Aplicação Prática em um Fundo de Pensão**. 63p. Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Finanças e Economia Empresarial da Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2004.

GOOD, W. R.; LOVE, D. A. **Managing Pension Assets: Pension Finance and Corporate Financial Goals**, New York: McGraw-Hill Publishing Company, 1990.

HEROLD, U.; MAURER, R.; PURSCHAKER, N. **Total Return Fixed-Income Portfolio Management**, The Journal of Portfolio Management, p. 32-43, Spring 2005.

HEROLD, U.; MAURER, R.; STAMOS, M., VO, H. T. **Total Return Strategies for Multi-Asset Portfolios**. The Journal of Portfolio Management, p. 60-76, Winter 2007.

HULL, J. C. **Options, Futures and Other Derivatives**, 6th. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2006.

JOHNSON, H. **Options on the Maximum or the Minimum of Several Assets**, Journal of Financial and Quantitative Analysis, v. 22, n. 3, p. 277-283, September 1987.

JORION, P. **Value-at-Risk: A Nova Fonte de Referência para o Controle do Risco de Mercado**, São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 1999.

KRITZMAN, M.; RICH, D. **The Mismeasurement of Risk**, Financial Analysts Journal, p. 91-99, May/June 2002.

LEWIS, N.; OKUNEV, J.; WHITE, D. **Using a Value at Risk Approach to Enhance Tactical Asset Allocation**, Journal of Investing, v. 16, n. 4, p. 100-107, Winter 2007.

LINTNER, J. **The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets**. The Review of Economics and Statistics, v. 47, n. 1, p. 13-37, February 1965.

LITTERMAN R.; SCHEINKMAN J. **Common Factors Affecting Bond Returns**, The Journal of Fixed Income, v. 1, p. 54-61, June 1991.

LONGIN, F; SOLNIK, B. **Extreme Correlation of International Equity Markets**, The Journal of Finance, v. 56, n. 2, p. 649-676, April 2001.

MARGABRE, W. **The Value of an Option to Exchange One Asset for Another**, Journal of Finance, v. 33, n. 1, p. 177-186, March 1978.

MARKOWITZ, H. **Portfolio Selection**, Journal of Finance, n. 7, p. 77-91, 1952.

MARMER, H. S. **Optimal International Asset Allocations Under Different Economic Environments: A Canadian Perspective**, Financial Analysts Journal, p. 85-92, November/December 1991.

METODOLOGIA DO ÍNDICE DE MERCADO ANDIMA ABRIL DE 2005, disponível em <[http://www.andima.com.br/ima/arqs/ima\\_cartilha.pdf](http://www.andima.com.br/ima/arqs/ima_cartilha.pdf)>, Acesso em 15/11/2008 às 15:10h.

MILLER, M. H. **The History of Finance: An Eyewitness Account**, Journal of Applied Corporate Finance, v. 13, n. 2, p. 8-14, Summer 1999.

MOSSIN, J. **Equilibrium in a Capital Asset Market**, Econometrics, n. 34, p. 768-783, 1966.

NELLSHEN S. **Crisis "confirms" Solvency II not for pensions – Bayer**. Disponível em <[http://www.ipe.com/news/Crisis\\_confirms\\_Solvency\\_II\\_not\\_for\\_pensions\\_Bayer\\_29562.php](http://www.ipe.com/news/Crisis_confirms_Solvency_II_not_for_pensions_Bayer_29562.php)>, Acesso em 31/10/2008, às 20:45h.

OECD, **Pension Markets in Focus**, Issue 4, November 2007.

PAIXÃO, L.; PENA R. PEROLD, A. F.; **Nova Regulação dos Investimentos dos Fundos**, publicado no Jornal Valor Econômico, Seção Opinião, página A14 em 02/07/2007. Disponível em <[http://www.previdenciasocial.gov.br/arquivos/office/3\\_081014-103751-023.pdf](http://www.previdenciasocial.gov.br/arquivos/office/3_081014-103751-023.pdf)>, Acesso em 31/10/2008, às 16:39.

SHARPE, W. F. **Dynamic Strategies for Asset Allocation**, Financial Analysts Journal, January/February 1988, p. 16-27, 1988.

SHARPE, W. **Capital Asset Prices: a theory of Market Equilibrium**, Journal of Finance, v. 19, n. 3, p. 425-442, Sep 1964.

REVISTA FUNDOS DE PENSÃO, Revista da ABRAPP, SINDAPP e ICSS. **Consolidado Estatístico Agosto 2008** Ano XXVII, n. 346, p. 126, Novembro 2008.

RISKMETRICS. **Technical Document**, J. P. Morgan, 4<sup>th</sup> Edition, 1996.

SILVA, R. B. **Impacto da Aplicação em Ativos Internacionais em Fundos Long and Short no Desempenho dos Fundos de Pensão no Brasil**. 114p. Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Administração da PUC-Rio, 2008.

SERPA, M. C. S. **O Papel do Gestor de Riscos em Fundos de Pensão** em Gestão de Riscos no Brasil, organizado por Antônio Duarte e Gyorgy Varga: Financial Consultoria: Rio de Janeiro, 2003.

STULZ, R. M. **Options on the Minimum or the Maximum of Two Risky Assets**, Journal of Financial Economics, p. 161-185, 1982.

TILLEY, J. A.; LATAINER, G. D. **A Synthetic Option Framework for Asset Allocation**, Financial Analysts Journal, p. 32-43, May/June 1985.

TREYNOR, J. L. **Market, Time and Risk**, unpublished manuscript, rough draft p. 95-209, 1961.

VARGA, G. **Modelagem ALM** em Gestão de Riscos no Brasil, organizado por Antônio Duarte e Gyorgy Varga: Financial Consultoria, 2003.

Nome do arquivo: Dissertao Hedmilton Cardoso formatada\_catalogada.doc  
Pasta: C:\Documents and Settings\rcassia\Configurações  
          locais\Temporary Internet Files\OLK19B  
Modelo: C:\Documents and Settings\rcassia\Dados de  
          aplicativos\Microsoft\Modelos\Normal.dot  
Título:  
Assunto:  
Autor: Ibmec  
Palavras-chave:  
Comentários:  
Data de criação: 03/03/2009 08:06:00  
Número de alterações:2  
Última gravação: 03/03/2009 08:06:00  
Salvo por: Fernanda  
Tempo total de edição: 3 Minutos  
Última impressão: 30/07/2009 15:19:00  
Como a última impressão  
    Número de páginas: 110  
    Número de palavras: 24.616 (aprox.)  
    Número de caracteres: 132.927 (aprox.)

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)