

THIAGO DE MELO TEIXEIRA DA COSTA

**RISCO E HEDGE EM CARTEIRAS DE INVESTIMENTO DE FUNDOS
DE PENSÃO NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SETORIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C837r
2010

Costa, Thiago de Melo Teixeira da, 1980-
Risco e hedge em carteiras de investimento de fundos de
pensão no Brasil : uma abordagem setorial / Thiago de
Melo Teixeira da Costa. – Viçosa, MG, 2010.
xi, 128f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Maurinho Luiz dos Santos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Fundos de pensão. 2. Risco (Economia). 3. Mercados
financeiros futuros. 4. Hedge (Finanças). 5. Autoregressão
(Estatística). 6. Valor em risco. 7. Previdência privada.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 332.672540981

THIAGO DE MELO TEIXEIRA DA COSTA

**RISCO E HEDGE EM CARTEIRAS DE INVESTIMENTO DE FUNDOS
DE PENSÃO NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SETORIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Aprovada em: 16 de abril de 2010.

Prof^a. Viviani Silva Lório

Prof. Leonardo Bornacki Mattos

Prof. Carlos André da Silva Muller

Prof^a. Suely de Fátima Ramos Silveira
(Co-orientadora)

Prof. Maurinho Luiz dos Santos
(Orientador)

À minha esposa, Glauce
e à minha filha, Maria Paula

**“... a economia, como ciência, deve ser integralmente orientada
para a construção do Bem Comum.”**

Texto Base da Campanha da Fraternidade Ecumênica 2010: Economia e Vida

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Glauce, por todos os momentos de alegria e dor compartilhados, pelo incentivo diário, pelo carinho dispensado em todas as circunstâncias e por ser sempre fonte de inspiração e tranquilidade. Especialmente, por me conceder o fruto mais bonito de uma vida. Agradeço à Maria Paula, pelo dom da vida e pelo bem que faz.

Aos meus pais Toninho e Ana Luiza, pelo exemplo que sempre foram, pelo incentivo e apoio incondicional que me deram na busca de novos horizontes, mesmo tendo a distância como parte deste novo caminho. A toda a minha família, em especial à minha querida irmã Michelle, pelo cuidado em todos os momentos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por ter tornado possível a realização deste curso.

Ao Departamento de Economia Rural, lembrando de todos os funcionários e professores que, a cada dia, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal. Em especial, ao professor Maurinho Luiz dos Santos, pela orientação e por todo acolhimento dispensado, que sempre me motivaram e me trouxeram tranquilidade. Posso dizer, com convicção, que esta orientação foi a tônica deste curso de doutoramento, me trazendo exemplos para toda a vida.

Ao Departamento de Administração e Contabilidade da UFV, local de trabalho e amizade, que permitiu o afastamento parcial e me deu oportunidade de concluir este estudo. Agradeço pelo incentivo e compreensão.

Aos professores Leonardo Bornacki Mattos, Viviani Silva Lório e Carlos André da Silva Muller pelas inestimáveis contribuições dadas nesta tese, sempre disponíveis, competentes e atenciosos. Especialmente, agradeço à professora Suely de Fátima Ramos Silveira, colega do DAD, co-orientadora e integrante da banca, pelo longo caminho que me acompanhou, contribuindo para minha formação profissional e humana, com muito zelo e competência.

À Fraternidade Pequena Via, pelo apoio e crescimento espiritual que a cada dia me proporciona, pelas grandes amizades que surgem deste meio e por me ajudar a encontrar o sentido maior de minha vida. Especialmente, aos irmãos da Comunidade de Vida: Pe. Paulo, Renato, Mateus, Perciane, Flaviane, Ana, Marcos e Hilda, Adenilson e Rosilene, José Márcio e Cida, Alexandre e Flávia.

A Deus, aquele que é o responsável por me conceder a graça de conhecer e conviver com todos os anteriormente citados, que me acolhe e ampara a cada dia em minhas necessidades e que me impele a buscá-lo para encontrar a verdadeira felicidade.

BIOGRAFIA

THIAGO DE MELO TEIXEIRA DA COSTA, filho de José Antônio da Costa e Ana Luiza Teixeira da Costa, nasceu no Rio de Janeiro-RJ, em 21 de junho de 1980, e logo se mudou com a família para Passos-MG, onde residiu até 1998.

Entre 1998 e 2003, cursou Administração pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, e, após concluir o curso, ingressou, no mesmo ano, no Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, em nível de Mestrado, do Departamento de Economia Rural, também pela Universidade Federal de Viçosa. Atuando na área de Economia e Gerenciamento do Agronegócio, mais especificamente na linha de pesquisa de Mercados Agroindustriais, submeteu-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2005.

Casou-se com Glauce em abril de 2006 e iniciou o curso de Doutorado em Economia Aplicada em maio do mesmo ano, na mesma instituição. Submeteu-se à defesa de tese em abril de 2010.

Desde novembro de 2006 é professor efetivo do Departamento de Administração e Contabilidade da Universidade Federal de Viçosa, onde exerce atividades de ensino, pesquisa e extensão.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. O problema e sua importância	4
1.2. Hipótese	11
1.3. Objetivos	12
1.4. Estrutura da Tese	12
ARTIGOS CIENTÍFICOS.....	13
ARTIGO I - Racionalidade econômica e responsabilidade social nos Fundos de Pensão: a conciliação é possível?	14
1. Introdução	14
2. Evolução histórica, perspectivas e desafios	15
3. Capitalismo social ou máquina de acumulação?	22
4. Conclusões	27
ARTIGO II - Influência de variáveis econômico-financeiras nos indicadores setoriais do mercado acionário brasileiro	31
1. Introdução	31
2. Metodologia	35
3. Resultados	41
4. Conclusões	51
5. Referências Bibliográficas	52
ARTIGO III - Hedge Ótimo e Efetividade a partir da utilização de contratos futuros de índice de ações, câmbio, taxa de juros e petróleo.	56
1. Introdução	56

2. Referencial Teórico.....	59
3. Metodologia.....	61
4. Resultados.....	65
5. Considerações Finais	71
6. Referências Bibliográficas.....	72
 ARTIGO IV - Utilização de contratos futuros do Ibovespa em carteiras de Fundos de Pensão no Brasil: uma abordagem setorial.....	76
1. Introdução	76
2- Risco e Teoria do Portfólio.....	77
3. Metodologia.....	84
4. Resultados e Discussão.....	96
5- Considerações Finais	111
6- Referências Bibliográficas.....	113
 CONCLUSÕES GERAIS.....	119
 BIBLIOGRAFIA GERAL.....	125

RESUMO

COSTA, Thiago de Melo Teixeira da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2010. **Risco e hedge em carteiras de investimentos em fundos de pensão no Brasil: uma abordagem setorial.** Orientador: Maurinho Luiz dos Santos, Co-orientadores: Suely de Fátima Ramos Silveira e Marcelo José Braga.

Os Fundos de Pensão continuam crescendo em patrimônio e importância no Brasil e no mundo. Eles representam um anseio dos trabalhadores diante da perspectiva da aposentadoria. Representam também uma importante forma de gerar poupança nacional, transferindo o consumo presente para o consumo futuro e propiciando injeção de recursos para investimento nos mais diversos setores da economia. A partir disso, torna-se necessário um processo contínuo de reflexão sobre seus fundamentos e sobre formas de se melhorar o desempenho destas instituições. Para que eles atinjam seus objetivos, buscam um eficiente processo de gerenciamento de seus portfólios e, especialmente, uma correta estratégia de diversificação de seus ativos. Neste contexto, pretendeu-se analisar quais contratos futuros e em que proporções podem melhorar a relação retorno e risco das carteiras de investimento dos Fundos de Pensão no Brasil a partir de uma análise dos setores da economia contemplados com os investimentos destas instituições. Esta discussão se deu a partir de quatro artigos, independentes,

porém, inter-relacionados. O primeiro tratou da discussão teórica sobre a dicotomia que pode existir entre a escolha de portfólios eficientes com base na racionalidade econômica e a necessidade de realização, por parte das EFPC, de investimentos socialmente responsáveis. O segundo artigo versa sobre as relações de variáveis econômico-financeiras com indicadores de preço de ações dos setores de Energia Elétrica, Telecomunicações e Industrial, setores usados nos demais artigos para atender o objetivo central da tese. Observou-se que estas relações podem ser diferentes de acordo com o setor econômico que se analisa. Mudanças em variáveis macroeconômicas ou financeiras podem afetar distintamente os setores econômicos, principalmente quando se analisa a precedência temporal entre as variações. O terceiro artigo buscou avaliar a relação de algumas dessas variáveis econômico-financeiras com derivativos ligados às mesmas, de modo que se observasse o potencial de diversificação entre ações e contratos futuros. Especialmente, foram observados que são elevados os níveis de hedge ótimo para operações que tenham relação com o indicador do comportamento do mercado de ações brasileiro (Ibovespa) e com o preço do petróleo. O último artigo buscou averiguar o risco e o hedge a partir de uma carteira teórica com base nos investimentos dos Fundos de Pensão entre os anos 2000 e 2008 e da utilização de contratos futuros do Ibovespa. Foi testada a eficiência, em termos do *trade-off* risco/retorno, de estratégias sem hedge e com hedge. Especificamente, verificou-se se o hedge pode gerar ganhos mais expressivos quando realizado considerando as características setoriais. Os resultados encontrados indicaram que o gerenciamento dinâmico, a partir do acompanhamento setorial dos ativos que compõem determinada carteira de investimento, torna o desempenho do portfólio melhor, reduzindo consideravelmente o nível de risco assumido.

ABSTRACT

COSTA, Thiago de Melo Teixeira da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2010. **Risk and hedge in Pension Funds investment portfolios in Brazil: a sectoral approach.** Adviser: Maurinho Luiz dos Santos. Co-advisers: Suely de Fátima Ramos Silveira and Marcelo José Braga.

The Pension Funds continue to grow in assets and importance in Brazil and worldwide. They represent a yearning for workers at the prospect of retirement. They also represent an important way to generate national savings, transferring the present consumption for future consumption and allowing injection of resources for investment in various sectors of the economy. From this assumption, a continuous process of reflection on the principles and on the ways to improve the performance of these institutions is necessary, so that the Pension Funds achieve their goals, seek an efficient process for managing their portfolios, and, mainly, find a correct strategy to diversify the assets. In this context, we sought to analyze future contracts and how they influence to improve the return risk ratio of investment portfolios of pension funds in Brazil through an analysis of the economic sectors covered with the investments of these institutions. This work is presented in a series of four independent, though inter-related, articles. The first deals with the theoretical discussion of the dichotomy that can exist between the choice of efficient portfolios based on the economic

rationality and the need for socially responsible investment achievements on the behalf of Pension Funds. The second article deals with the relations of economic and financial variables with indicators of stock prices in the sectors of Energy, Telecommunications and Industry - these sectors were also used in the following articles in order to meet the main objective of this thesis. It was observed that these relationships may differ according to economic sector that is analyzed. Changes in macroeconomic variables can affect the financial or economic sectors differently, especially when analyzing the temporal precedence among the variations. The third paper aimed to evaluate the ratio of some of these variables with economic-financial derivatives linked to them, so that it would be possible to notice the potential for diversification between stocks and futures contracts. Particularly, it was observed that the levels of optimal hedge are high in the transactions that are related to the indicator of the Brazilian stock market behavior (IBOVESPA) and with the oil price. The last article sought to ascertain the risk and the hedge from a theoretical portfolio based on investments of pension funds in the period of 2000 and 2008 and the use of the IBOVESPA futures contracts. We tested the efficiency in terms of the trade-off risk and return, with and without the hedging strategies. Specifically, we verified if the hedge can generate more significant gains when considering the sectors characteristics. The results indicated that the dynamic management, from the sectoral monitoring of certain assets comprising the investment portfolio, improves the portfolio performance, reducing considerably the level of risk assumed.

INTRODUÇÃO GERAL

Para o desenvolvimento de uma economia, é imprescindível o aumento de sua capacidade de investimentos. A alocação eficiente dos recursos alavanca esse processo de crescimento, ou seja, uma bem sucedida atuação das instituições que compõem o mercado financeiro, vinculada a um bom planejamento administrativo, permite que a poupança gerada seja canalizada de forma a atender os setores mais carentes de recursos.

O Mercado Financeiro, por sua vez, tem sofrido transformações importantes nos últimos anos. Para Bravo (1999), a globalização e a internacionalização das atividades, a desregulamentação e a abertura dos mercados financeiros, bem como a procura de melhores condições de inserção e desempenho por parte dos detentores de poupanças e dos investidores, causaram aumento de importância de outros atores, como os Investidores Institucionais (Fundos de Pensão, Companhias de Seguros, Fundos Mútuos, entre outros). Estes, por suas características (regulamentação, dimensão, conhecimentos de mercado etc.), têm possibilidade de se posicionar de forma eficiente diante do mercado e de seus participantes.

Os investidores institucionais, desta forma, buscam cumprir seus objetivos em suas respectivas áreas de atuação. Juntamente com o papel que lhes compete, estas organizações têm grande importância para a economia. Para Pereira et al.

(1997), considerando as magnitudes das somas administradas por estas entidades e o perfil de longo prazo de seus compromissos, esses fundos possuem grande vocação de participar do desenvolvimento das economias.

Neste contexto, os Fundos de Pensão¹ no Brasil continuam crescendo em patrimônio e importância. De acordo com a Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Privada – ABRAPP (2010), o patrimônio destes fundos no Brasil já ultrapassou R\$ 506 bilhões em novembro de 2009.

Eles representam um anseio dos trabalhadores diante da perspectiva da aposentadoria. Representam também uma importante forma de gerar poupança nacional, transferindo o consumo presente para o consumo futuro e propiciando injeção de recursos para investimento nos mais diversos setores da economia. A Tabela 1 mostra o crescimento dos níveis de investimento dos Fundos de Pensão no Brasil. Nota-se que, nos últimos doze anos, este aumento foi superior a 450%.

¹ De acordo com Baima (1998), os Fundos de Pensão ou Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) são entidades de Direito Privado, sem fins lucrativos, constituídas facultativamente pelas organizações e seus funcionários, com o objetivo de assegurar aos seus participantes e beneficiários proteção nas dificuldades sociais e na velhice, por meio de benefícios que são custeados pela patrocinadora – no caso, a própria organização – e pelos seus participantes, os associados ou seus funcionários.

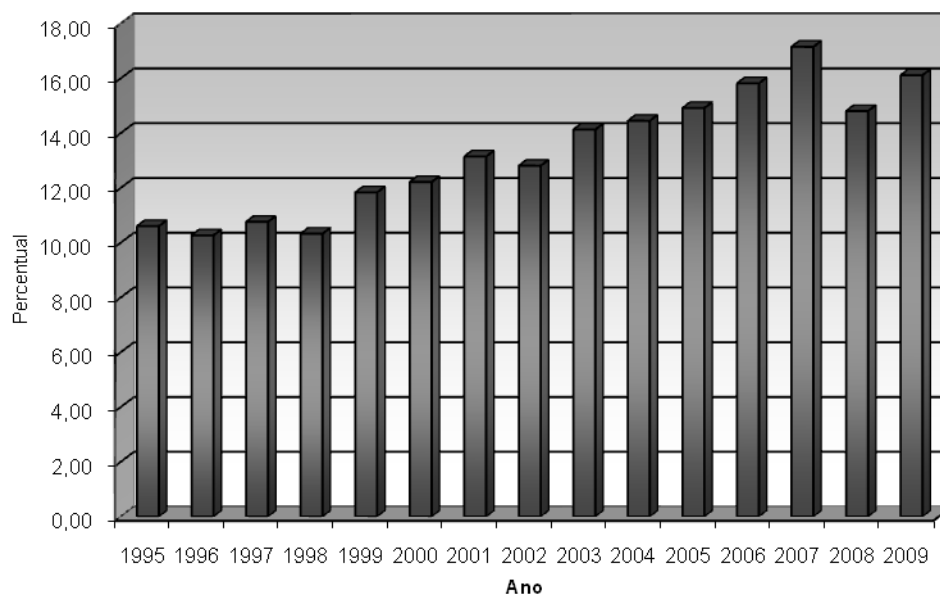
Tabela 1 – Evolução dos níveis de investimento dos Fundos de Pensão no Brasil entre 1997 e 2009

Ano	Investimentos (R\$ Milhões)
1997	86.861
1998	90.757
1999	115.124
2000	130.077
2001	154.578
2002	168.498
2003	216.180
2004	255.788
2005	295.250
2006	352.196
2007	435.770
2008	419.229
2009	482.049

Fonte: ABRAPP (2010).

Quando se compara o patrimônio dos Fundos de Pensão com o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro nos últimos anos, observa-se que o crescimento do primeiro foi maior que o do PIB, o que indica que o tamanho relativo destas instituições no país tem crescido. A Figura 1 ilustra este fato, mostrando que, em 1995, a razão entre as duas medidas era de 10,60%, passando para 17,15% em 2007. Em 2008, houve uma queda dos ativos dos Fundos de Pensão devido à crise econômica desencadeada no mercado de crédito norte-americano. Esta crise afetou os diversos investidores, inclusive as EFPC, representando momento atípico na evolução destas instituições no país.

Em alguns países, a relação entre o patrimônio dos Fundos de Pensão e o PIB já ultrapassa 100%, ou seja, o patrimônio acumulado pelas EFPC é superior ao próprio PIB do país. De acordo com a *Organization for Economic Co-operation and Development* - OECD (2007), por exemplo, a relação Patrimônio dos Fundos e PIB da Dinamarca foi de 139,3%, nos Estados Unidos representa 120%. Neste país, por sinal, os ativos dos Fundos de Pensão alcançaram, em 2006, US\$ 9,7 trilhões.



Fonte: ABRAPP (2010) e IBGE (2010).

Figura 1 – Relação entre os ativos dos Fundos de Pensão e PIB do Brasil entre 1995 e 2009.

Para promover maior desenvolvimento destas instituições e, conseqüentemente, contribuir para uma alocação mais eficiente dos investimentos de um país, bem como para garantir o benefício dos participantes dos Fundos de Pensão, que necessitarão dos recursos no futuro, instrumentos de avaliação e gerenciamento das carteiras de investimento destas instituições constituem mecanismos importantes. Para Boulier et al. (1995), o gerenciamento dos fundos de pensão abrange a alocação de ativos e o controle dos fluxos futuros de contribuição.

1.1. O problema e sua importância

Os Fundos de Pensão, para consecução de seus objetivos estatutários, arrecadam recursos de seus participantes e/ou de sua patrocinadora² com o

² Patrocinadora é a empresa pública ou privada, órgãos de classe, sindicatos etc., que congregam os participantes de determinada Entidade Fechada de Previdência Complementar. O termo “fechada” se deve, justamente, pelo fato de o fundo ser restrito aos participantes de determinada(s) organização(ões).

intuito de garantir o complemento na aposentadoria dos participantes e beneficiários. A partir de cálculos atuariais, são definidos os valores das contribuições e benefícios. Para tanto, as Entidades Fechadas de Previdência Complementar – EFPC buscam capitalizar estes recursos, aplicando-os nos mais diversos setores da economia. Estas aplicações são regulamentadas por lei e vão desde a compra de ações ou fundos de investimento em renda variável até empréstimos aos participantes.

Esses limites legais, ditados pelo Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS) e pelo Conselho Monetário Nacional (CMN), estão diretamente ligados ao controle do risco de mercado ao qual os fundos estão expostos e à consequente segurança de seus beneficiários (COSTA, 2005).

A Resolução do Bacen nº 3.792, de setembro de 2009 (Brasil, 2009), em substituição à Resolução CMN 3.465, de junho de 2007, dispõe sobre as diretrizes de aplicação de recursos garantidores dos planos de benefícios administrados pelas entidades de previdência complementar. Essa resolução indica, por exemplo, que investimentos em Renda Fixa podem atingir um nível 100% do total das aplicações, enquanto os ativos de Renda Variável não devem ultrapassar 70% do total, levando em conta os níveis de risco e a condição das companhias cedentes.

A inovação desta resolução, de acordo com a Revista Fundos de Pensão (2010), é que a norma traz a regra do “homem prudente” e reduz a importância dos limites quantitativos, exigindo a observância dos princípios, estudos, análise e planejamento do risco. A referida resolução mostra a atenção do governo para com estas instituições. Elas próprias sabem da importância da correta administração dos seus recursos que, por sua vez, passa pelo gerenciamento das aplicações.

O gerenciamento dos recursos deve levar em conta os interesses dos participantes e, de acordo com o plano de previdência, a exigência futura de recursos para saldar os compromissos. Esta tarefa passa, necessariamente, por uma análise consistente do retorno e risco esperados nos investimentos. Para Paula (2001), o gerenciamento do risco de mercado mostra-se como uma ação

relevante na gestão dos recursos das entidades de previdência privada. No mesmo sentido, Gulias Junior (2005) enfatiza que a prudência deve ser a tônica dos gestores destas entidades.

O risco, aqui entendido como a possibilidade de incorrer em prejuízo financeiro, pode ter diversas origens por seu caráter multidimensional. Mais especificamente, o risco de mercado e o risco atuarial são aquelas dimensões mais relevantes quando se trata de gerenciamento de carteiras de investimento de Fundos de Pensão. Sabe-se, também, principalmente com o desenvolvimento da Teoria do Portfólio de Markowitz (1952), que o risco pode ser reduzido pela otimização de funções de retorno e diversificação, ou seja, da combinação de ativos de diferentes tipos, preços e características em uma mesma carteira. O princípio da diversificação mostra que a distribuição de aplicações por diversos ativos eliminará parte do risco de investimento (KING, 2007).

O processo de diversificação já acontece nos Fundos de Pensão brasileiros, ainda mais quando se consideram as leis que os obrigam a fazer isto. No que se refere à legislação, de acordo com Rieche (2005), nota-se um esforço cada vez maior dos órgãos reguladores em monitorar e assegurar a qualidade do processo de gestão de riscos realizado nestas instituições.

Além disso, a escolha do portfólio de cada fundo depende de seu estatuto³ e das metas atuariais estabelecidas para determinado período. O tamanho da EFPC também é determinante. Os grandes fundos têm um maior poder de negociação e maior flexibilidade para gerar os benefícios necessários, dada a possibilidade de executarem investimentos mais rentáveis e dos ganhos de escala proporcionados pelo número de operações.

Os Fundos de Pensão aplicam seus recursos em diversos ativos divididos em quatro grandes grupos: Renda Fixa, Renda Variável, Imóveis e Operações com participantes. Dentro dos segmentos também ocorre diversificação, que se

³ Os estatutos dos Fundos de Pensão devem estabelecer os limites de aplicação dos recursos para cada modalidade de investimento. Esta definição tem por base o tipo de benefício, o passivo atuarial do fundo e o perfil dos participantes e dos administradores em relação ao risco.

prolonga pelos setores contemplados com os investimentos destas instituições (Tabela 2). Nota-se que o setor financeiro é o que mais recebe investimentos.

Tabela 2 – Origem das reservas dos Fundos de Pensão no Brasil por setores econômicos em novembro de 2009

Setor	Investimento (R\$ Milhões)	Participação
Financeiro	248.313	51,51%
Serviços	117.600	24,40%
Industrial	116.137	24,09%
<i>Petroquímica</i>	46.239	9,59%
<i>Siderúrgica</i>	26.009	5,40%
<i>Química</i>	11.188	2,32%
<i>Máquinas e equipamentos</i>	10.654	2,21%
<i>Automobilística</i>	5.321	1,10%
<i>Eletro eletrônica</i>	4.509	0,94%
<i>Alimentícia</i>	4.242	0,88%
<i>Bebidas</i>	1.547	0,32%
<i>Mineração</i>	1.152	0,24%
<i>Outros</i>	5.276	1,09%
Total	482.050	100,00%

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados de ABRAPP (2010).

Além das considerações realizadas, o desempenho dos Fundos de Pensão em relação à gestão de suas carteiras de investimento está atrelado às medidas comparativas de mercado (os chamados *benchmarks*⁴), ao acompanhamento dos riscos de mercado e do risco atuarial e também ao atendimento das expectativas dos participantes.

Este último, ainda pouco observado pelos fundos brasileiros, prevê uma maior integração dos participantes nas decisões de investimento. Como observa Grün (2003), uma preocupação em relação aos Fundos de Pensão é que eles percam o foco nos beneficiários e se transformem apenas em fundos de

⁴ Designa um processo contínuo e sistemático para avaliar, medir e comparar produtos, serviços, processos e funções. Por exemplo, no contexto da análise de investimentos, podem-se comparar os resultados obtidos com as aplicações de determinado agente com os resultados gerados pela Bovespa no mesmo período.

capitalização, ou seja, quanto maior o retorno, independentemente de outros fatores, melhor.

Em relação aos *benchmarks*, ao risco de mercado e ao risco atuarial, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos, visando não somente ao seu acompanhamento, mas também propondo ações para tornar a administração mais eficiente. Ferson e Khang (2002), por exemplo, traçam medidas de avaliação para Fundos de Pensão baseados nos pesos dos ativos na carteira de investimento. O objetivo é reduzir o risco e alcançar a rentabilidade esperada.

Ferramentas para a medição do risco têm sido cada vez mais utilizadas nas EFPC. A Resolução do Bacen nº 3.792, de setembro de 2009, obriga os Fundos de Pensão do Brasil a calcular e divulgar o risco das carteiras. Ribeiro Filho et al. (1997) enfatizam que, para um fundo de pensão com plano de benefício definido⁵, a medição de risco mostra-se necessária, agregando os ativos ao passivo atuarial constituído. Gomides (2004) define o problema de um fundo de pensão como sendo justamente encontrar a carteira que ofereça a menor volatilidade do fator de solvência, ou seja, a carteira que reduz a possibilidade de insolvência do fundo. No mesmo sentido, Rieche (2005) afirma que o domínio das melhores técnicas de gestão de riscos está entre os fatores críticos de sucesso para garantir um plano de aposentadoria equilibrado.

Outros autores (Fombellida e Zapatero, 2001; Fombellida e Zapatero, 2004; Blake et al., 2001) mostram a importância do controle de risco nestas instituições e buscam instrumentos para avaliá-lo. Para Pinheiro (2005), o equilíbrio financeiro e atuarial deve estar assentado em parâmetros demográficos e econômicos realistas com as características do conjunto de participantes dos planos de benefícios administrados pelos Fundos de Pensão.

⁵ Os planos podem ser de Benefício Definido ou de Contribuição Definida. De acordo com Costa (2005), os Planos de Benefício Definido (BD), como o próprio nome diz, oferecem aos participantes uma aposentadoria cujo valor final é previamente estabelecido e deve ser cumprido independentemente de as principais variáveis, como rentabilidade e tempo de contribuição, estiverem ocorrido conforme o planejado. Para isso, é necessária a utilização de cálculos atuariais para se chegar ao valor das contribuições.

Essas medidas resultam em técnicas de otimização de carteira visando à determinação, em cada momento, da combinação de ativos que torne a relação retorno e risco mais eficiente. Fombellida e Zapatero (2008) e Cairns (1995) afirmam que, nos Fundos de Pensão, as estratégias de alocação de ativos também podem reduzir a incerteza. Hest e Waegenare (2007) buscam, baseados na relação entre as disponibilidades e obrigações dos fundos, determinar uma estratégia ótima de alocação de ativos.

No mesmo contexto, Kowenberg (1998), citado por Silva (2001), desenvolve um modelo de otimização para fundos de Pensão acrescentando, como restrição da função, a exigência de solvência⁶ do fundo: o total de ativos deve atingir uma fração mínima, que permita o pagamento dos benefícios dos diversos participantes. Yu et al. (2007) estudaram como a introdução de novos ativos pode melhorar o desempenho de portfólios.

A introdução de ativos que tenham uma pequena ou negativa correlação entre seus retornos individuais pode tornar a carteira mais rentável em níveis inferiores de risco. Derivativos⁷, em seus diversos tipos, são utilizados com essa finalidade.

Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Silva (2001), que introduz derivativos em seu modelo de otimização de carteiras de Fundos de Pensão. Para Mattos (2000), ações e derivativos agropecuários, por exemplo, possuem a propriedade de, em conjunto, reduzir o risco de portfólios. Costa e Piacenti (2008) e Costa (2005) chegam a conclusões semelhantes para os Fundos de Pensão. Outros autores, como Dunder (1998) e Henn (1996), estudam as carteiras de forma geral, sem levar em conta as especificidades das EFPC, mas também observam benefícios em relação ao retorno e risco quando da introdução de contratos futuros ou de opções para a obtenção de portfólios eficientes. Segundo

⁶ Para Paz (2001), diz-se que um Fundo de Pensão está solvente financeiramente quando houver disponibilidades líquidas para cobrir as obrigações à medida que ocorrem.

⁷ Para Figueiredo (2002), derivativos são ativos cujos valores se originam dos valores de outros ativos. Segundo Jorion (2003), o risco criou os derivativos. Eles podem ser de várias espécies, como contratos a termo, futuro ou de opções. Neste trabalho será dada ênfase na utilização de contratos futuros em carteiras de investimento de Fundos de Pensão.

Pereira Filho (2002), os derivativos mostram-se um forte instrumento na gestão integrada de riscos, e o seu uso para a proteção de carteiras de ações pode apresentar vantagem comparativa na avaliação de desempenho.

Os contratos futuros, segundo Silva Neto (2000), são firmados entre partes e obrigam uma a vender e a outra a comprar a quantidade e o tipo estipulado de determinada *commodity* ou ativo, pelo preço acordado, com liquidação do compromisso em data futura. São utilizados, especialmente, para realização do hedge⁸ em determinada operação onde existe o risco de oscilação dos preços à vista dos ativos relacionados aos respectivos contratos. A efetividade do hedge será medida pela redução desse risco ou, mais especificamente, pela diminuição da variância de determinado portfólio.

Todavia, tanto as medidas de comparação como as técnicas de utilização de contratos futuros para realização do hedge que vêm sendo utilizadas costumam tratar a carteira de forma muito geral, sem observar as características específicas das ações e títulos que a compõem. Todavia, é fundamental a identificação da variabilidade do preço dos títulos de forma mais específica, pois, assim, a análise do risco atenderia aos diversos perfis de investimento característicos das EFPC. Em outras palavras, devem-se observar, então, o risco sistemático⁹ e o não sistemático.

Deste modo, fatores de risco que atingem um determinado setor não necessariamente influenciarão outro e, conseqüentemente, instrumentos derivativos que podem trazer benefícios quanto ao gerenciamento do risco e ao estabelecimento de carteiras eficientes para um determinado grupo de ações podem não ser interessantes para outro.

⁸ De acordo com Jorion (2003), *hedgear* um risco financeiro é como adquirir um seguro, uma vez que o *hedge* fornece proteção contra os efeitos adversos das variáveis sobre as quais as empresas e os países não têm controle.

⁹ Segundo Hull (1996) e Ross et al. (1998), um risco sistemático (ou não-diversificável) é aquele que influencia grande número de ativos, em grau maior ou menor. Um risco não-sistemático (diversificável) é o que afeta um único ativo ou um pequeno número de ativos. Aquele evento que atinge todas as ações negociadas em um país, por exemplo, gera o chamado risco sistemático, e aquele que atinge um grupo, um setor específico ou uma ação isoladamente diz respeito ao não sistemático.

Assim, considerando que os investimentos dos Fundos de Pensão podem ser agrupados em setores econômicos e que estes sofrem influências de fatores diversos, questiona-se quais contratos futuros poderiam reduzir a volatilidade e o risco de cada setor analisado e, conseqüentemente, promover uma mais equilibrada gestão de investimentos destas instituições. As EFPC precisam salvaguardar os interesses dos beneficiários. Precisam também de estratégias de alocação de ativos para permitir, dado o retorno exigido pelas metas atuariais, a formação de portfólios de risco mínimo.

Por outro lado, as ações e, mais especificamente, quando agrupadas por setores da economia, são influenciadas por diversas variáveis, fazendo oscilar as expectativas de retorno, gerando incerteza. Pode-se ainda questionar: Como as principais variáveis macroeconômicas impactam na volatilidade do preço destas ações? Existem influências gerais e específicas (por setores) claras? É possível, a partir da identificação destas variáveis, estabelecer critérios para a utilização de derivativos de forma a reduzir o *trade-off* risco/retorno?.

Neste contexto, surge a necessidade de estudos que avaliem quais os determinantes da variabilidade das ações por setores da economia e, a partir disso, observem quais contratos futuros podem ser usados com a propriedade de reduzir os riscos e manter os retornos nos níveis estabelecidos e, ao mesmo tempo, atender as determinações legais e estatutárias quanto à alocação dos recursos dos Fundos de Pensão brasileiros.

1.2. Hipótese

A utilização de contratos futuros, selecionados a partir da identificação de variáveis-chave para o processo de volatilidade das ações, proporciona um ganho na relação retorno e risco das carteiras de investimento dos Fundos de Pensão brasileiros.

1.3. Objetivos

Como objetivo geral, pretendeu-se analisar quais contratos futuros e em que proporções podem melhorar a relação retorno e risco das carteiras de investimento dos Fundos de Pensão no Brasil a partir de uma análise dos setores da economia contemplados com os investimentos destas instituições.

Especificamente, buscou-se:

- Discutir a evolução e perspectivas dos Fundos de Pensão no Brasil;
- Observar as semelhanças e diferenças do impacto das variáveis macroeconômicas e financeiras nos indicadores setoriais;
- Identificar a efetividade do hedge entre estas variáveis e os contratos futuros diretamente relacionados a elas; e
- Analisar o risco das carteiras dos Fundos de Pensão com e sem contratos futuros e avaliar os ganhos ou perdas obtidos na relação retorno/risco a partir da abordagem setorial.

1.4. Estrutura da Tese

Este trabalho foi organizado a partir de uma combinação entre capítulos e artigos. Os capítulos gerais visaram introduzir o tema, construir seu “eixo condutor” e fazer o fechamento do estudo, além de apresentar as bibliografias dos mesmos.

Os artigos científicos são independentes, buscando atender a cada objetivo específico. No entanto, os quatro artigos estão relacionados pois, em conjunto, respondem ao objetivo central desta tese.

As Conclusões Gerais buscaram alinhar o conteúdo dos artigos, bem como acrescentar as considerações finais do autor sobre o tema estudado.

ARTIGOS CIENTÍFICOS

ARTIGO I - Racionalidade econômica e responsabilidade social nos Fundos de Pensão: a conciliação é possível?

1. Introdução

As Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC), ou Fundos de Pensão, são instituições sem fins lucrativos que visam a complementar a renda de seus participantes por ocasião da sua aposentadoria. De acordo com Weintraub (2004), são pessoas jurídicas responsáveis por oferecer planos destinados exclusivamente a determinados grupos de pessoas inter-relacionadas por vínculos empregatícios ou associativos.

Os Fundos de Pensão surgiram diante da crescente necessidade dos cidadãos de encontrarem alternativas financeiras em face da redução dos níveis de aposentadoria garantidos pelo Estado. Ao mesmo tempo, estes fundos são incentivados por este mesmo Estado, que vislumbra uma saída para os problemas previdenciários e conta com estas instituições para prover a poupança nacional tão importante para o crescimento do país. Isto porque estas instituições são importantes investidores institucionais que reúnem recursos de seus participantes, movimentando um elevado aporte de capital.

Este fenômeno tem se repetido em diversas partes do mundo, e o papel destas instituições bem como as formas de melhorar seu desempenho têm sido tema de discussão entre acadêmicos, políticos, empresas e trabalhadores.

Diante da relevância do mercado financeiro no âmbito das economias nacionais, e diante da inserção dos Fundos de Pensão no mercado financeiro, estas discussões se tornam ainda mais importantes. Na verdade, de acordo com Corpataux e Theurillat (2009), o poder dos mercados financeiros foi crescendo, em várias ocasiões, ligado à expansão concomitante de investidores institucionais, como os Fundos de Pensão.

Segundo Gradilone (2005), por exemplo, em 1978, os fundos ligados à compra de participações acionárias (fundos de *venture capital*) nos Estados Unidos receberam, juntos, 10 milhões de dólares. Os Fundos de Pensão eram

proibidos de aplicar neste tipo de investimento até 1979. Com a mudança, em cinco anos, o patrimônio dos fundos de *venture capital* atingiu 4,5 bilhões de dólares. Ou seja, o desenvolvimento das EFPC trouxe uma nova e essencial dinâmica ao mercado financeiro e, a partir disto, ampliou as fontes de recursos para investimento.

No Brasil, os ativos das EFPC, em outubro de 2009, se aproximaram de R\$ 500 bilhões, de acordo com a Secretaria de Previdência Complementar - SPC (2010), sendo direcionados para diversos setores via mercado financeiro. De acordo com Góes (2008), existe ainda a expectativa de um crescimento acelerado do sistema, acreditando que seu porte possa se duplicar no decorrer da próxima década.

Entretanto, o crescimento da indústria dos Fundos de Pensão não tem sido acompanhado de uma reflexão ampla da sociedade sobre o papel destas instituições e sobre suas perspectivas. A previdência complementar, cada vez mais, se torna necessária para os indivíduos e para o Estado, porém, a substituição da previdência pública pela privada tem suas consequências e, a manutenção e capitalização dos recursos dos Fundos de Pensão precisam ser acompanhadas de perto pela sociedade, que busca o atendimento de seus anseios, tanto no âmbito particular quanto no coletivo.

Este artigo pretendeu discutir a evolução, as perspectivas e o dilema cada vez mais presente na agenda dos Fundos de Pensão, que se refere a seu posicionamento diante da necessidade de investimentos socialmente responsáveis, frente à busca pela racionalidade econômica que impera entre os gestores destas instituições.

2. Evolução histórica, perspectivas e desafios

Segundo Melo (2002), apesar das controvérsias históricas, a ideia de previdência tem suas raízes na antiguidade. O homem, como ser gregário, sempre se preocupou com a segurança própria e da comunidade a que pertence.

De acordo com Ferreira (1985), a necessidade de um organismo que viesse a proteger o homem contra os efeitos de ocorrências de eventos que o

privassem dos meios essenciais para sua subsistência fez com que ele desenvolvesse e instituisse um sistema de previdência.

Melo (2002) afirma que no Brasil a previdência foi explorada inicialmente pelas associações de caráter privado até a intervenção do Estado, que passou a gerir o Seguro Social de caráter obrigatório. A previdência mutualista aparece no Brasil no século XVI, ligada às entidades religiosas, entre as quais a Santa Casa de Misericórdia de Santos e do Rio de Janeiro, bem como às diversas Ordens Terceiras. A primeira manifestação oficial de previdência no Brasil surgiu em 23 de setembro de 1793, quando D. João VI, Príncipe Regente, aprovou o Plano dos Oficiais da Marinha (FERREIRA, 1985).

Cronologicamente, a história oficial dos Fundos de Pensão e da Previdência Complementar no país começa no ano de 1977, com a aprovação da Lei nº 6.435, do dia 15 de julho, que regula a criação de entidades que ofereçam complemento à aposentadoria oficial. Surge com o objetivo principal de possibilitar essa complementação, mas também representava uma política de manutenção do quadro de pessoal qualificado das empresas estatais, as precursoras do desenvolvimento destas instituições no país.

Analiticamente, de acordo com Grün (2005), um segundo momento pode ser notado no processo histórico de desenvolvimento dos Fundos de Pensão, com a consolidação de um grupo específico de dirigentes, passando pela criação de uma entidade representativa, a Associação Brasileira de Previdência Privada (ABRAPP).

Neste momento, ficam claras as particularidades destas entidades, e busca-se uma diferenciação em relação às outras instituições do mercado financeiro, principalmente no tocante ao prazo de exigibilidade de seus investimentos. Ou seja, enquanto os agentes do mercado buscavam sua rentabilidade no curto prazo, com um forte apelo especulativo, os Fundos de Pensão possuíam um caráter essencialmente de longo prazo em suas aplicações. Esse novo formato deveria implicar um desenvolvimento econômico e social.

O mesmo autor discute ainda um terceiro momento, no qual essas diferenças com o mercado financeiro começam a ficar menos explícitas e outros

agentes do mercado e até mesmo lideranças sindicais se tornam parceiros do sistema de previdência complementar. Aspectos políticos, principalmente no tocante à participação das EFPC nos processos de privatizações e a disputa pelo seu controle pelas lideranças sindicais e os agentes do mercado financeiro representam a tônica desta fase. De acordo com Grün (2003), os Fundos de Pensão foram indispensáveis na privatização das companhias estatais, um dos pilares da política econômica do governo federal pós-1994.

Neste momento, Grün (2005) alerta para a consolidação de uma prática pura do princípio da capitalização¹, sem levar em conta outros aspectos relevantes do papel destas entidades.

As empresas estatais foram as principais responsáveis pela criação dos planos de previdência neste contexto de desenvolvimento. O aporte de capital público sempre foi questionado, entretanto, fica evidente a importância destas empresas para o surgimento e crescimento dos Fundos de Pensão brasileiros. Ainda hoje, o patrimônio das EFPC patrocinadas por empresas públicas é consideravelmente maior que dos demais, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Patrimônio dos Fundos de Pensão por tipo de patrocínio em outubro de 2009

Tipo de Patrocínio	Ativo Total (R\$ Milhões)	%
<i>Público</i>	319.137,29	64,11%
<i>Privado</i>	178.128,98	35,78%
<i>Instituidor</i>	533,88	0,11%
<i>Total</i>	497.800,16	100,00%

Fonte: SPC (2010).

¹ Capitalização aparece aqui como um sistema alternativo ao de repartição, difundido entre a previdência social de diversos países, inclusive no Brasil. O sistema de repartição é visto como um causador importante dos problemas previdenciários, tendo em vista a dificuldade de manutenção da capacidade de pagamento dos benefícios frente a mudanças demográficas e relativas ao mercado de trabalho. Grün (2005), neste ponto, não obstante os problemas do referido sistema, lança discussão relevante sobre a substituição para os sistemas de capitalização, questionando de forma crítica se este realmente representa o caminho para solução dos referidos problemas.

De acordo com a Tabela 1, nota-se que aproximadamente 65% dos ativos dos Fundos de Pensão brasileiros são administrados por patrocinadores vinculados a empresas públicas. Esse fato se dá pelo histórico de acumulação de recursos das mais tradicionais EFPC do país, como, por exemplo, Previ, Petros e Funcef (Fundos de Pensão dos funcionários do Banco do Brasil, Petrobrás e Caixa, respectivamente), que juntos acumularam um patrimônio de mais de R\$ 214 bilhões até outubro de 2009 (SPC, 2010).

Nestas instituições contava-se, para fins de acumulação no plano de previdência do funcionário, com a contribuição da empresa, e parte deste patrimônio tem origem nos seus lucros. Como estes fundos são patrocinados por empresas estatais, questiona-se se este lucro não deveria ser redirecionado para a sociedade e não para um grupo específico. A legislação anterior não contemplava estes casos, e as contribuições das empresas chegaram a uma proporção de até sete para um, ou seja, para cada unidade monetária empregada pelo participante em seu plano de previdência, a empresa estatal patrocinadora contribuía com sete unidades.

Estas distorções foram sendo corrigidas ao longo do tempo, porém a herança financeira (e também, porque não, a herança patrimonialista e de classe) permaneceu e foi sendo multiplicada, perfazendo este vasto volume de recursos que contribuiu e ainda contribui para o posicionamento destas instituições diante da economia.

A figura do instituidor está ligada aos Fundos de Pensão patrocinados por participantes de órgãos de classe e associações. Possibilidade permitida recentemente pela legislação e, por isso, ainda incipiente. Porém, espera-se que este tipo de patrocínio cresça nos próximos anos.

Já as empresas privadas, não obstante o benefício gerado pela previdência complementar no que tange à política de Recursos Humanos, têm suas ações normalmente atreladas ao princípio da racionalidade econômica e do lucro e, diante de uma possibilidade de risco maior que benefícios, pode reduzir seus investimentos neste tipo de fundo.

Ainda assim, Paixão (2007) sugere a existência de quatro vertentes para expansão das EFPC no Brasil: servidores públicos; previdência associativa, ligada à figura do instituidor; grandes empresas e fundos multipatrocinados.

Os fundos multipatrocinados são aqueles que agregam funcionários de várias empresas ou órgãos de classe. Centralizar o gerenciamento dos planos de previdência gera ganhos de escala e pode ser o canal de entrada neste sistema dos trabalhadores de diversos grupos empresariais, como aqueles vinculados às pequenas e médias empresas. Estes ganhos estão relacionados com a diminuição dos custos administrativos, conforme observaram Bikker e Dreu (2009).

O patrimônio dos Fundos de Pensão tem crescido consideravelmente, com índices superiores, inclusive, ao do Produto Interno Bruto brasileiro. Pinheiro (2008) enfatiza a situação de pujança na previdência complementar pela qual se tem passado no Brasil nas últimas duas décadas, com o sistema acumulando, entre 2002 e 2007, um superávit de mais de R\$ 70 bilhões. Entretanto, segundo Macêdo (2006), a grande maioria das EFPC não atingiu os 30 anos e 82% dos brasileiros não se preparam para garantir sua aposentadoria, o que é sinal de que o caminho ainda é longo neste processo de crescimento.

Além disso, segundo Souza e Nazaré (2008), a abertura ao mercado internacional, a estabilização monetária, o nível de emprego formal e a consolidação das instituições e do ambiente democrático deverão continuar contribuindo para a expansão da previdência complementar brasileira.

Porém, vários desafios são observados no que tange a este processo. Muitos deles ligados ao papel dos fundos de pensão, bem como ao gerenciamento dos mesmos frente às dificuldades próprias dos tempos atuais, como a transição demográfica, com a longevidade dos assistidos, a estrutura de regulação e fiscalização, a possibilidade de investimento externo, a educação previdenciária e a busca por transparência, boas práticas de governança e saúde financeira.

A saúde dos Fundos de Pensão está ligada ao equilíbrio atuarial, entre seu patrimônio e os compromissos com seus participantes. De certo modo, todos os desafios supracitados se relacionam a este equilíbrio (MACÊDO, 2006).

Jardim (2008) salienta que, para obtenção do equilíbrio atuarial, devem-se levar em consideração hipóteses econômicas (taxa de juros, taxa de inflação, taxa de crescimento salarial, taxa de crescimento do benefício da previdência social etc.) e biométricas (mortalidade, desligamento, aposentadoria, número de dependentes etc.)

Pinheiro (2008) mostra ser relevante para os fundos de pensão a realização periódica de testes sobre as hipóteses demográficas assumidas para determinado plano de benefícios, em função do perfil e das características dos participantes ativos e assistidos e da atividade desenvolvida pela empresa patrocinadora. Isto reduziria o risco de insolvência dos planos, especialmente diante da transição demográfica pela qual se tem passado, com a queda dos índices de natalidade e aumento da expectativa de vida.

De acordo com Jacobsen, Chan e Barbee (2010), o risco de longevidade é o risco de sobrevivência de um portfólio. Wills e Sherris (2010) enfatizam que o gerenciamento de risco de longevidade, cada vez mais se torna grande desafio para as seguradoras de vida e fundos de pensões em todo o mundo. Para Jacobsen et al. (2010), este gerenciamento passa pela correta alocação de recursos, especialmente inferem que as ações têm superado os títulos de renda fixa neste sentido.

Outra questão apresentada se refere ao impacto das operações de investimento dos Fundos de Pensão no mercado de ações. Especialmente, projeta-se um cenário de queda no preço das ações com a saída destas instituições do mercado quando da maturidade dos fundos e exigibilidade de pagamento dos benefícios, o que poderia gerar queda de rendimentos e, conseqüentemente, dificuldades para atingir as metas atuariais, provocando um desequilíbrio. O movimento das EFPC no mercado financeiro, devido às elevadas somas de recursos que gerenciam, pode gerar também instabilidade nos preços de ações de setores econômicos ou de países específicos.

Desafiante também é a adequação dos Fundos de Pensão à legislação e estrutura de fiscalização impostas pelo Estado. Sabe-se que a imposição de limites de investimentos para segmentos específicos, especialmente, pode ir de

encontro da obtenção de carteiras eficientes, tendo em vista que os investimentos poderiam ter que ser realizados em títulos menos rentáveis, que atendessem às leis específicas. Por outro lado, normatização e fiscalização geram credibilidade, sendo fator preponderante para o desenvolvimento das EFPC. No Brasil, a Resolução do Bacen nº 3.792, de setembro de 2009, por exemplo, dispõe sobre as diretrizes de aplicação de recursos garantidores dos planos de benefícios administrados pelas entidades de previdência complementar. A inovação desta resolução, de acordo com a Revista Fundos de Pensão (2010), é que a norma traz a regra do homem prudente e reduz a importância dos limites quantitativos, exigindo a observância dos princípios, estudos, análise e planejamento do risco.

A educação previdenciária, em moda nas discussões e revistas da área, surge como mecanismo para aumentar o conhecimento da sociedade em relação à previdência complementar. É fundamental fazer crescer o interesse dos indivíduos neste sistema que busca trazer qualidade de vida na época da diminuição da sua capacidade laborativa e, além disso, educar a sociedade no pensamento previdenciário, especialmente no que se refere à formação da poupança que garantirá seu futuro e proverá recursos para investimentos.

Entretanto, não se pode tomar o lema da educação previdenciária como indutora de um pensamento que siga a tônica dos formadores de opinião e tomadores de decisão da área, buscando justificar uma ideologia que comporta, na verdade, interesses de grupos específicos. Ou seja, se a educação previdenciária existir para respaldar as ações dos Fundos de Pensão ou para reproduzir um conjunto de leis e mecanismos de funcionamento, sem levar ao pensamento crítico e à capacidade de diálogo, por si só está fadada ao fracasso.

Talvez o principal desafio das EFPC esteja, realmente, relacionado ao gerenciamento das suas carteiras de investimento, pois este é um instrumento importante na busca da sua saúde financeira. Este tem sido tema de discussão recorrente em diversos artigos de revistas especializadas, que tentam identificar formas de prover uma eficiente administração dos recursos que serão transformados em benefícios no decorrer dos anos. A redução do risco de longevidade e a adequação às normas e estruturas são refletidas nas políticas de

investimento das instituições de previdência complementar. A análise de risco e o processo de diversificação se mostram instrumentos importantes para o equilíbrio financeiro dos Fundos de Pensão.

Neste âmbito, pesa também a necessidade de atender à demanda da sociedade no que diz respeito à alocação de recursos dos Fundos de Pensão em investimentos socialmente responsáveis, além da exigência da governança corporativa e transparência nas empresas receptoras de recursos e nos próprios Fundos de Pensão. Representa um desafio pela dificuldade de conciliar estas políticas com a racionalidade econômica apregoada no mercado financeiro, que vislumbra, na maioria das vezes, as melhores oportunidades de rendimento, independentemente da sua origem. Esta racionalidade, incluindo a utilização de recursos computacionais e modelos matemáticos sofisticados, faz parte do discurso dos gestores dos fundos na justificação de suas políticas de investimento. Esta dicotomia, particularmente, será explorada no próximo tópico.

3. Capitalismo social ou máquina de acumulação?

Tosta de Sá, citado por Gradilone (2005), afirma que, sem a previdência privada, a parcela mais dinâmica do capitalismo americano perderia uma das suas principais fontes de financiamento. Isto pode ser generalizado para os outros países e explica a rápida integração dos Fundos de Pensão com os meandros do mundo financeiro.

Além disso, a distribuição de recursos entre gerações pode ter importantes consequências sobre a capacidade de poupança e investimentos internos e, em decorrência, sobre o crescimento econômico (MALVAR, 1998). O crescimento econômico está atrelado ao desenvolvimento do mercado de capitais no que se refere à alocação de recursos entre os poupadores e investidores.

Entretanto, Nitsch e Schwarzer (1998) buscam alertar para as implicações de subordinar incondicionalmente objetivos sociais em um sistema previdenciário a metas econômicas, como uma presumível elevação da poupança e o desenvolvimento do mercado de capitais, questionando se outros modelos

não seriam mais adequados para tais fins. O perigo consiste, justamente, na tendência à aproximação funcional deste sistema ao mercado financeiro, sem levar em conta suas especificidades e objetivos. Sobre isso, Grün (2003, p. 17) comenta:

“E assim, ao contrário do que poderíamos prever, no período considerado, nossos previdenciários, longe de se afirmarem como criadores e portadores de uma lógica de atuação diferenciada no mercado de capitais, como afinal predicam os próprios textos em que aprendem e ensinam seu ofício, eles faziam questão de se posicionar como dirigentes do mercado financeiro, tão capazes quanto qualquer congênere dos bancos privados”.

Existe, inclusive, a possibilidade de transformação dessas novas entidades em predadores do mercado, buscando um máximo de rentabilidade em detrimento da compensação do emprego (MACÊDO, 2006).

Neste sentido, por mais razoável que seja a justificativa econômica dos Fundos de Pensão, seria incorreto desprezar os efeitos sociais para definição dos rumos da previdência complementar no país. Inclusive, surgiu a partir destes fundos a ideia de um capitalismo social, inovador e abrangente. Esta ideia foi discutida inicialmente por Druker (1977), indicando que os Fundos de Pensão fazem retornar a propriedade para o trabalhador, algo como um capitalismo sem capitalistas.

De acordo com Melvin (2008), “estamos no limiar de um momento emocionante para a criação de um capitalismo mais responsável”, via previdência complementar. Para Macêdo (2006), o lucro especulativo será substituído pela justa remuneração do capital, compatível com a desejada mudança social. Isso passa pelo alinhamento dos interesses financeiros entre gestores e beneficiários e pela busca pela qualidade da governança e economia de escala. O mesmo autor defende a tese da função compensatória dos Fundos de Pensão, no que se refere ao emprego, provendo investimentos que promovam o aumento dos postos de trabalho e sua adequação às necessidades da população.

Hanin (2009) indica que as fronteiras entre a gestão pública e privada de fundos estão longe de estar claramente definidas, justamente devido ao ganho

social proporcionado. Os benefícios conquistados pelas diversas categoriais deveriam ser colocados como instrumentos de melhora geral da sociedade. (MACÊDO, 2006).

Um dos postulados dos Fundos de Pensão, segundo Góes (2008), diz que eles têm caráter e finalidade social. Melo, citado por Paixão (2007, p. 18), explica:

“por serem patrimônio do trabalhador, os Fundos de Pensão cumprem no mercado um papel diferente dos outros investidores. A explicação é simples: ao investir em uma empresa, na verdade eles estão democratizando seu capital. Caso se tornem acionistas importantes, certamente vão levar estas companhias a agir de forma socialmente mais responsável, tanto no respeito aos direitos dos trabalhadores, das comunidades e consumidores, como no cuidado com o meio ambiente.”

Góes (2008) confirma que há o compromisso de investir em responsabilidade social, ou seja, aplicar em ativos que respeitem o meio ambiente e se traduzam em maiores postos de trabalho. Do mesmo modo, Silva Filho (2008) alerta sobre a importância da ética e responsabilidade social no contexto dos planos de previdência complementar.

Hanin (2009) explica que o investimento socialmente responsável (SRI) significa a inclusão de normas sociais nas decisões de investimento, contexto ético nos investimentos, externalidades positivas ou empoderamento da educação dos cidadãos envolvidos.

De acordo com Vivó e Franch (2009), os Fundos de Pensão têm gerado crescimento nos investimento socialmente responsáveis na Europa e Estados Unidos. Cox, Brammer e Millington (2008), estudando empresas e EFPC do Reino Unido, enfatizam que as características da gestão dos fundos de pensão são importantes motores de preferências para o desempenho social. Entretanto, apesar de diretrizes e acordos sobre políticas de investimento socialmente responsáveis, isto ainda é incipiente.

De acordo com Melvin (2008), a regulamentação por si só não é suficiente, pois deveria promover as boas práticas ao invés de simplesmente

proibir o mal. Mesmo a incorporação da governança corporativa, com a busca por transparência e a elaboração dos códigos de ética e conduta de investimento, por si só, não garante este avanço.

A questão é que, segundo Serafim (2003), os chamados códigos de ética, tanto empresariais como profissionais, não podem ser colocados na esfera da ética por não serem universalizáveis. Para ele, esses códigos são receitas de bom comportamento no exercício da profissão para compensar o não desenvolvimento da razão do indivíduo. Portanto, não levam à reflexão, própria de um comportamento ético. As normas de comportamento contidas nos Códigos de Ética não apontam uma fonte moral, essencial para uma reflexão ética (SINGER, 2000).

Ou seja, seguir a receita dos investimentos socialmente responsáveis por imposição não garante a mudança necessária para a percepção dos Fundos de Pensão como agentes importantes para o desenvolvimento social. Tornam-se obrigatórias a reflexão e a educação previdenciária, realizadas de forma efetiva, profunda e crítica. São necessários, segundo Melvin (2008), a capacitação dos gestores e o diálogo com os proprietários das empresas onde acontecem os investimentos. Para Punsuvo, Kayo e Barros (2007), o diálogo (ativismo) com os proprietários e a governança corporativa surgem como instrumentos para aumentar a confiabilidade entre empresas e fundos de pensão.

Além disso, devido à busca pelos resultados que possibilitem o pagamento dos benefícios, os gestores dos Fundos de pensão devem seguir os princípios da racionalidade econômica, alocando os recursos baseados nas expectativas de rentabilidade e risco, exclusivamente. Este ponto torna-se crucial no que se refere à dificuldade de manutenção do pensamento coletivo por parte dos fundos que, corretamente, justificam-se pela necessidade de cumprimento das metas estatutárias.

Questão interessante, pois as mesmas normas, estatutos e códigos que sinalizam para a necessidade dos investimentos socialmente responsáveis exigem também a definição de estratégias claras de alocação de recursos, baseadas em metas atuariais, controle de risco e diversificação. A prioridade não é clara,

porém os gestores têm seguido burocraticamente as normas estabelecidas, esvaziando a discussão sobre a responsabilidade social da EFPC².

O ponto central está relacionado ao fato de que os investimentos socialmente responsáveis ou, mais ainda, o aporte de recursos que atendam à demanda da sociedade podem não representar a melhor opção de investimento diante desta racionalidade econômica. Entretanto, o que se discute é qual seria a melhor opção de investimento para o participante e para a sociedade. A participação dos trabalhadores brasileiros ligados aos Fundos de Pensão nas decisões de investimento ainda é escassa, principalmente devido à falta da cultura de poupança e à sua pífia formação para estes assuntos. A tendência, quando há esta contribuição por parte dos participantes, é de que eles sigam a cartilha proposta pelos gestores.

O que parece claro é que não há uma oposição entre investimentos socialmente responsáveis e racionalidade econômica, e sim uma complementaridade. O problema é a ordem de prioridades: os investimentos socialmente responsáveis são realizados depois do alcance das metas estatutárias via políticas de investimento baseadas em modelos criados a partir da racionalidade econômica? Ou a racionalidade econômica se torna ainda mais imprescindível com a restrição de investimentos que busquem gerar benefícios sociais?

Acredita-se que esta última seja a melhor opção para o atendimento da finalidade dos Fundos de Pensão. Não se exclui o uso de mecanismos sofisticados de decisão de investimento e acompanhamento do risco baseados na racionalidade econômica, mas subordina-se este mecanismo ao cumprimento da finalidade social destas instituições. Os gestores têm buscado alcançar as metas de rendimento que possibilitem o equilíbrio atuarial e têm conseguido, além disso, elevados superávits, que são importantes para reserva nos momentos de crise econômica ou dificuldades na gestão dos recursos. Porém, muitas vezes isto

² Burocráticos porque seguem as normas, que incluem a preferência pelos investimentos em empresas que se comprometam com a governança e a transparência, o que parece pouco para o tamanho das questões sociais e da capacidade de investimento e rentabilidade dos Fundos de Pensão.

é obtido por meio de investimentos que não agregam benefícios sociais ou que estão longe das práticas de governança exigidas.

Além disso, se os participantes da previdência complementar pudessem contribuir, de forma mais efetiva, no processo de decisão sobre a política de investimento de seus planos, poderiam optar por uma reversão deste superávit em seu benefício, buscando atender à sua necessidade e, por que não, à de outros grupos sociais.

4. Conclusões

Tem se tornado cada vez mais evidente a importância dos Fundos de Pensão para a sociedade, tanto no âmbito econômico quanto no social, especialmente no que se refere à possibilidade de manutenção do estilo de vida dos seus participantes na época de sua aposentadoria.

A elevada soma de recursos que movimentam se torna chamariz para vários agentes econômicos, especialmente aqueles ligados ao mercado financeiro e ao Estado, abrindo a necessidade de discussão sobre os rumos e desafios encontrados no desenvolvimento destas instituições.

Este artigo buscou discutir os principais condicionantes históricos da evolução dos Fundos de Pensão no Brasil e suas implicações, bem como relacionar os desafios que emergem no atual estado destas entidades. Especialmente, a dicotomia entre a alocação de recursos destes fundos em investimentos socialmente responsáveis e a busca pela otimização das carteiras via racionalidade econômica foi tratada.

Observou-se a necessidade de maior diálogo entre os diversos participantes deste mercado para prover uma nova cultura de inserção dos Fundos de Pensão na modificação da realidade social, possibilitando a mobilização dos recursos frente às necessidades dos participantes e da sociedade.

Concluiu-se que os investimentos socialmente responsáveis e a racionalidade econômica não são antagônicos. Pelo contrário, a utilização de instrumentos e modelos que possibilitem a alocação de recursos de forma a

satisfazer as metas atuariais e possibilitar o equilíbrio financeiro dos planos se torna ainda mais necessária quando da imposição de políticas de investimento baseadas na legislação e na busca pela satisfação de interesses da sociedade.

5. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA PRIVADA – ABRAPP. **Estatísticas**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.abrapp.org.br/ppub/pef.dll?pagina=servscript&QUALS=home/home.html>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

BIKKER, J. A.; DE DREU, J. Operating costs of pension funds: the impact of scale, governance, and plan design. **Journal of Pension Economics and Finance**, v. 8, n. 1, p. 63-89, Jan. 2009.

CORPATAUX, J.; CREVOISIER, O.; THEURILLAT, T. The expansion of the finance industry and its impact on the economy: a territorial approach based on Swiss pension funds. **Economic Geography**, v. 85, n. 3, p. 313, 2009.

COX, P.; BRAMMER, S.; MILLINGTON, A. Pension Funds and Corporate Social Performance: An Empirical Analysis. **Business Society**, v. 47, n. 2, p. 213-241, 2008.

DRUCKER, Peter Ferdinand. **A revolução invisível: como o socialismo fundos de pensão invadiu os Estados Unidos**. Tradução de Carlos A. Malferrari. São Paulo: Pioneira, 1977. 227 p.

FERREIRA, W. J. **Introdução à ciência atuarial**. Rio de Janeiro: IRB, 1985.

GÓES, W. **Introdução à Previdência Complementar**. São Paulo: ABRAPP. 2 ed. 2008.

GRADILONE, C. Um manancial de dinheiro para as empresas. **Revista Exame**, edição impressa/finanças. 26 de out 2005.

GRÜN, R. Fundos de Pensão no Brasil do Final do Século XX: Guerra Cultural, Modelos de Capitalismo e os destinos das Classes Médias. **Mana**, v. 9(2), p. 7-38, 2003.

GRÜN, R. O “Nó” dos Fundos de Pensão. **Novos Estudos**, v. 73, p. 19-31, nov. 2005.

HANIN, F. Pensions at Work: Socially Responsible Investment of Union-Based Pension Funds. **Relations Industrielles/Industrial Relations**, v. 64, n. 2, Fev. 2010. Pensions at Work: Socially Responsible Investment of Union-Based Pension Funds Ed. QUARTER, J.; CARMICHAEL, I.; RYAN, S. Toronto: University of Toronto Press, 2008, 291p.

JACOBSEN, B.; CHAN, C.; BARBEE, O. Balancing longevity risk and market risk: the impact of the PPA on target date funds. **Journal of Pension Benefits**, v. 17, n. 2 : p. 48 -66. Wntr., 2010.

JARDIM, E. Premissas Fundamentais dos Cálculos Atuariais. In: GÓES, W. **Introdução à Previdência Complementar**. São Paulo: ABRAPP. 2 ed. 2008.

MACÊDO, M. M. C. **Fundos de Pensão e Sociedade**. Goiânia: Scala Gráfica e Editora, 2006.

MALVAR, R. V. Transferência de Recursos entre gerações. **Conjuntura Social**, Brasília, 9, 1: 117-128. jan.-mar. 1998.

MELO, J. **Análise da viabilidade de inclusão do produto rural no sistema previdenciário brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

MELVIN, C. New pensions era: could the credit crunch usher in a new paradigm of stewardship for pension fund trustees and the dawn of a more accountable capitalism? **OECD Observer**, 14+, p. 270-271, 2008.

NITSCH, M.; SCHWARZER, H. Paradigmas e mitos: notas sobre os fundos de pensão chilenos. **Revista de Economia Política**, v. 18, n. 2 (70), abr-jun , 1998.

PAIXÃO, L. A. **A Previdência Associativa e o Capitalismo Social**. 2007. Disponível em: <http://www1.previdencia.gov.br/docs/pdf/2007_10_17%20PAIXAO-Previdencia-associativa-e-capitalismo-social.pdf>. Acesso em jan. 2009.

PINHEIRO, R, P. Previdência Complementar no Brasil: história, evolução e desafios **Revista Fundos de Pensão**, n. 340, p. 13-15, mai. 2008.

PINHEIRO, R, P. **Riscos Demográficos e Atuariais nos Planos de Benefício Definido e de Contribuição Definida num Fundo de Pensão**. Tese (Doutorado em Demografia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

PUNSUVO, F. R.; KAYO, E. K.; BARROS, L. A. B. C.. O ativismo dos fundos de pensão e a qualidade da governança corporativa. **Revista Contabilidade & Finanças da USP**, v.18, n. 45, set.-dez. 2007.

REVISTA FUNDOS DE PENSÃO. **3.792: Mudança Emblemática na Cultura de Investimentos**. Disponível em: <http://www.abrapp.org.br/ppub/pef.dll?pagina=servscript&QUALS=revista/revista_interna.html&revistaId=107&idMenu=74>. Acesso em 28 de fev. 2010.

SECRETARIA DA PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR – SPC. **Estatísticas das EFPC**. Disponível em: <http://www.mpas.gov.br/arquivos/office/3_100212-144205-080.pdf>. Acesso em 10 fev. 2010.

SERAFIM, M. C. **A Perda da Capacidade Ética do Indivíduo nas Organizações: uma análise a partir de Guerreiro Ramos**. In: Anais do VI Congresso Latino- Americano de ética, Negócios e Economia, promovido pela Fundação Getúlio Vargas – EAESP, São Paulo (SP), 16-18 jul., 2003.

SINGER, P. **Economia solidária: um modo de produção e distribuição**. In: SINGER, Paul; SOUZA, A. R. A economia solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego. São Paulo: Contexto, 2000.

SILVA FILHO, M. C. Ética e Responsabilidade Social nos Fundos de Pensão. In: GÓES, W. **Introdução à Previdência Complementar**. São Paulo: ABRAPP. 2 ed. 2008.

SOUZA, A. J. F. P.; NAZARÉ, S. R. M. Aspectos da Previdência no Brasil e os Fundos de Pensão Multipatrocinados. In: GÓES, W. **Introdução à Previdência Complementar**. São Paulo: ABRAPP. 2 ed. 2008.

VIVÓ, L. A.; FRANCH, M. R. B. The Challenges of Socially Responsible Investment Among Institutional Investors: Exploring the Links Between Corporate Pension Funds and Corporate Governance. **Business and Society Review**. v. 114, n. 1, pp. 31–57, 2009.

WEINTRAUB, A. B. V. **Responsabilidade dos administradores dos Fundos de Pensão**. São Paulo: Ed. Juarez de Oliveira, 2004.

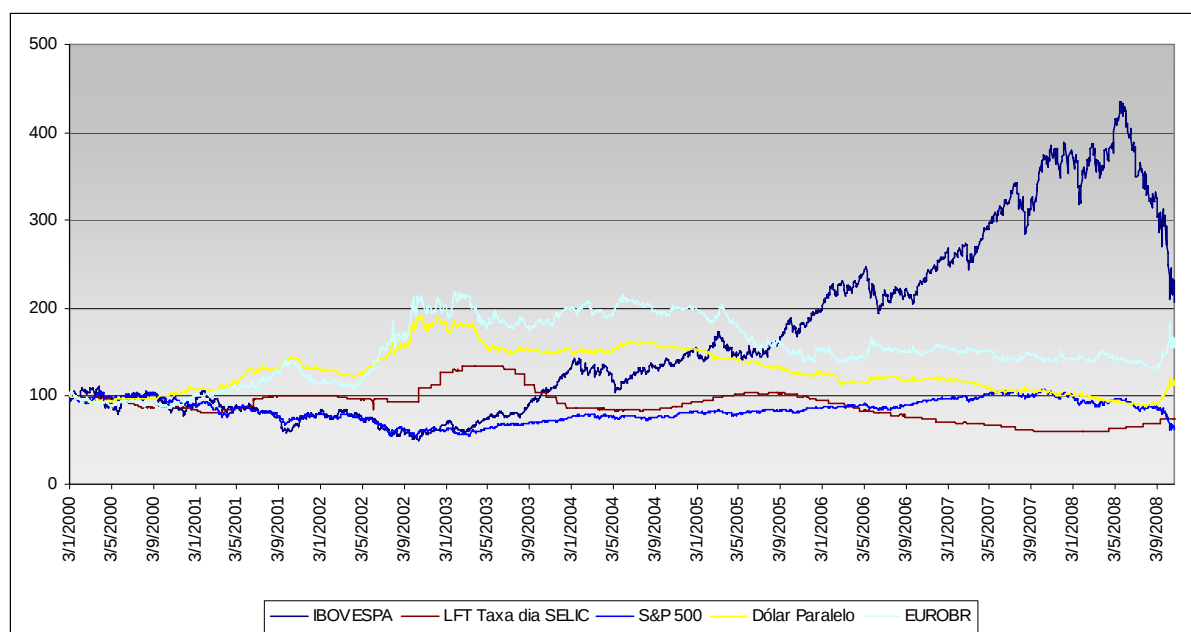
WILLS, S.; SHERRIS, M. Securitization, structuring and pricing of longevity risk. **Insurance: Mathematics & Economics**, v. 46, n. 1, fev. 2010.

ARTIGO II - Influência de variáveis econômico-financeiras nos indicadores setoriais do mercado acionário brasileiro

1. Introdução

O gerenciamento de risco de mercado relativo às variações de preços das ações tem sido objeto de vários estudos e, cada vez mais, foco de trabalho dos gestores de fundos e investidores. Busca-se identificar os padrões de variabilidade dos retornos das ações, para que se possa, a partir disso, reduzir ao máximo a possibilidade de perda.

A variabilidade dos preços das ações, das taxas de câmbio e juros, dos indicadores de inflação é, com bastante frequência, observada em diversas economias, fazendo com que haja interesse dos analistas em modelar estas séries, compreender seus padrões e gerar melhores informações que auxiliarão na previsão e, conseqüentemente, na tomada de decisão dos diversos agentes. A Figura 1 ilustra o comportamento de alguns indicadores do mercado brasileiro e internacional, tais como índices de ações (Ibovespa e S&P 500), o câmbio (Dólar e Euro) e taxa de juros (Taxa Selic).



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de Software Económica.

Figura 1 – Valor indexado diário do Ibovespa, Taxa Selic, S&P 500, Dólar Paralelo e Euro, entre janeiro de 2000 e setembro de 2008.

O comportamento destas variáveis financeiras e macroeconômicas é influenciado ao longo do tempo por diversos fatores, tais como políticas públicas, crescimento ou recessão econômica, inflação, lucratividade das empresas, retorno esperado de ações, risco, dentre outros. Neste sentido, espera-se que estas variáveis tenham um comportamento diferenciado a partir do seu significado e dos fatores que as afetam (Figura 1).

Os índices de ações são considerados parâmetros do mercado acionário a que se referem. Estes índices são influenciados, individualmente, pela situação financeira das empresas, por suas condições de rentabilidade, liquidez e endividamento. Mas, como representam o comportamento médio do valor das ações, possuem também relação com variáveis que afetam grande número de empresas ou que afetam o próprio mercado acionário, como a taxa de juros, câmbio e outras variáveis macroeconômicas e financeiras nacionais e internacionais.

A literatura que relaciona o mercado acionário a indicadores macroeconômicos é vasta (Chen et al., 1986; Chen, 1991; Fama, 1991, entre outros) e indica que os preços dos ativos podem estar relacionados com taxas de produção, de crescimento econômico, de desemprego, taxas de juros, inflação, etc. Mukherjee e Naka (1995), por exemplo, observaram a existência da relação de causalidade entre o Índice de Ações de Tóquio e algumas variáveis macroeconômicas, tais como indicadores de produção e saldo da balança comercial. Kwon e Shin (1999), ao estudarem os impactos de variáveis macroeconômicas sobre os preços das ações da Coreia, identificaram a existência de um equilíbrio estável de longo prazo entre os índices de ações com as taxas de câmbio, balança comercial, nível de produção e oferta monetária. Esses autores também verificaram que os investidores coreanos percebem de forma distinta dos japoneses e americanos a relação entre o preço das ações e variáveis como nível de comércio exterior, inflação e taxas de juros.

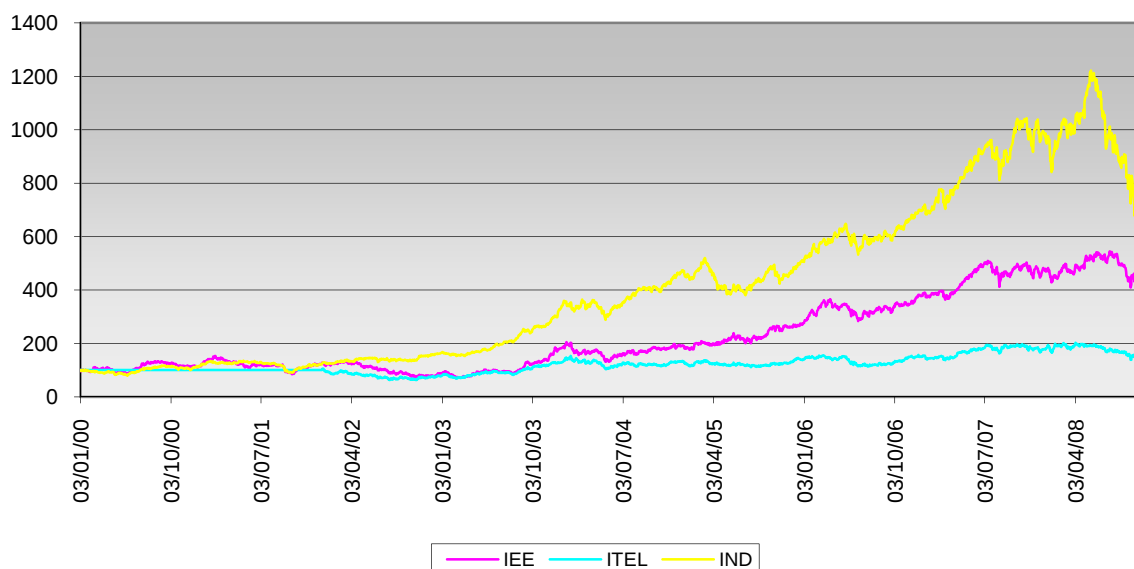
Para o Brasil, Nunes et al. (2003) mostraram que a variação percentual do Índice Bovespa (Ibovespa) possui relações de longo prazo com o PIB, taxas de câmbio e Risco Brasil. Grôppo (2006) observou que existe relação da taxa de

juros brasileira, do câmbio e do preço futuro do petróleo com o Ibovespa, indicando a influência destas variáveis sobre o mercado acionário brasileiro.

Além disso, devido à globalização, os mercados acionários de todo o mundo estão interligados, tornando necessária a observação se variáveis relacionadas a outros países podem ter relações com o mercado de ações nacional. Mais especificamente, estudos sobre causalidade e cointegração, como os de Taylor e Tonks (1989) e Chan et al. (1992), têm sido desenvolvidos com este intuito. Kasa (1992), por exemplo, observou que existem relações de longo prazo entre os mercados dos EUA, Japão, Alemanha, Inglaterra e Canadá. Para os mercados latino-americanos, Amorim (2001) e Chen et al. (2002) testaram a interdependência entre índices de ações e não obtiveram muitos indícios de tendência comuns.

Não obstante a existência dos referidos estudos, pouco se tem discutido sobre estas relações no âmbito específico dos setores econômicos. Esta observação é importante, pois o impacto de diversas variáveis pode ser diferente de acordo com o setor econômico que se estuda. A elevação do preço do petróleo, por exemplo, poderá gerar efeitos distintos no setor petroquímico e no setor industrial. Este fato, por sua vez, pode ser transmitido ao mercado acionário, via preço das ações das empresas destes setores e repercutir nos respectivos índices de ações¹. A trajetória distinta dos índices de ações dos setores de Energia Elétrica (IEE), Telecomunicações (ITEL) e Industrial (IND), divulgados pela Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa), por exemplo, ilustra esta situação (Figura 2).

¹ De acordo com a Bovespa (2010), há anos presentes nos mercados internacionais, os índices setoriais têm o objetivo de oferecer uma visão segmentada do comportamento dos mercados de ações. Eles são constituídos pelas empresas abertas mais significativas de setores específicos, representando uma medida do comportamento agregado do segmento econômico considerado.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Software Económica.

Figura 2 – Valor indexado diário dos índices de ações dos setores Industrial, de Telecomunicações e Energia Elétrica entre janeiro de 2000 e setembro de 2008.

Nota-se, por exemplo, que a crise mundial, que se desencadeou em 2008, afetando o mercado financeiro de diversos países, causou impactos distintos nos indicadores setoriais, gerando queda mais acentuada no índice industrial.

Identificar como as variáveis macroeconômicas ou financeiras interferem no preço das ações de setores econômicos específicos pode favorecer o gerenciamento do risco de carteiras de investimentos, possibilitando a obtenção de um portfólio eficiente, e até mesmo gerar ferramentas de políticas públicas para os referidos setores. O acompanhamento do comportamento das ações pode se tornar mais eficiente, e a utilização de instrumentos derivativos mais apropriada, favorecendo os diversos agentes que administram recursos ou que realizam políticas públicas.

Os Fundos de Pensão, em especial, são investidores institucionais que têm como tarefa obrigatória o gerenciamento de seus portfólios e do risco de solvência de seus planos de previdência. Compreender os fatores que influenciam

os ativos de sua carteira, de modo mais específico, pode facilitar o alcance de suas metas.

O objetivo deste estudo é identificar se existem relações do mercado acionário brasileiro, no âmbito setorial, com variáveis macroeconômicas e financeiras, compreendendo se há comportamentos distintos dos indicadores de ações setoriais a partir da variabilidade de indicadores macroeconômicos e indicadores ligados ao mercado financeiro.

2. Metodologia

2.1. Modelo Empírico

O trabalho tem por base o estudo das séries temporais dos índices setoriais criados pela Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). Mais especificamente, devido à disponibilidade das séries e também à relevância econômica, foram selecionados os indicadores do Setor Industrial (*IND*), do Setor de Energia Elétrica (*IEE*) e do Setor de Telecomunicações (*ITEL*). Estes índices setoriais denotarão a evolução do preço médio das ações de empresas que os compõem. Eles funcionarão como o Ibovespa², restritos, entretanto, às empresas dos referidos setores.

A Tabela 1 mostra a representatividade das ações de empresas que fazem parte dos referidos setores na carteira teórica do Ibovespa, entre 2000 e 2010. Nota-se que, apesar da queda considerável durante os anos, no primeiro quadrimestre de 2010 estes setores ainda correspondiam a 31,66% da carteira do Índice Bovespa. O Setor de Telecomunicações chegou a participar com quase 50% da referida carteira, mas apresentou queda considerável. Isso se justifica pela redução do volume de negociações das ações do referido setor na Bovespa em relação a outros setores, como o Industrial e o Petroquímico, por exemplo.

² O Índice Bovespa (Ibovespa) representa comportamento médio das ações mais negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). Para conhecer sua metodologia ou a metodologia dos indicadores setoriais, ver Bovespa (2010). O IND inclui ações de diversos setores industriais, como o de Papel e Celulose, Siderurgia, Alimentos e Bebidas etc.

Os demais papéis componentes das carteiras teóricas do Ibovespa são oriundos de setores como Petroquímico, Financeiro, Metalúrgico e Comercial, entre outros.

Tabela 1 – Participação percentual das ações das empresas dos setores de Energia Elétrica, Telecomunicações e Industrial na carteira teórica do Ibovespa no primeiro quadrimestre do ano (jan-abr), entre 2000 e 2010

Ano	Participação dos Setores (%)			Total
	Energia Elétrica	Telecomunicações	Indústria	
2000	19,12	48,76	5,75	73,64
2002	11,96	44,47	10,87	67,31
2004	12,00	39,68	15,41	67,10
2006	10,30	20,93	21,33	52,56
2008	8,88	7,93	20,78	37,60
2010	6,90	3,58	21,18	31,66
Média	11,53	27,56	15,88	54,98

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de Ibovespa (2010).

Para a consecução do objetivo proposto neste trabalho, buscou-se obter variáveis importantes na geração da variabilidade dos indicadores setoriais. Deste modo, foram selecionadas diversas variáveis que podem afetar os referidos índices. Inicialmente, amparado pelos estudos já realizados e a partir dos dados diários disponíveis para o período de janeiro de 2000 a setembro de 2008, foram selecionadas as seguintes variáveis para compor o modelo juntamente com os indicadores setoriais:

- Taxa Selic (*Selic*): indicador da taxa básica de juros da economia brasileira;
- Dólar Paralelo Americano (*Dólar*) e Euro Paralelo (*Euro*): indicadores da taxa de câmbio do mercado brasileiro com o norte-americano e europeu, respectivamente;
- Índice da Bolsa de Valores de São Paulo – Ibovespa (*Ibov*): indicador do mercado acionário brasileiro;

- *Standard & Poor's 500 Index (S&P)* e *Nasdaq Composite (Nasdaq)*: indicadores do mercado acionário norte americano; e
- Preço à vista do petróleo cru (*Pet*), em dólares por barril, divulgado pela *Energy Information Administration – EIA*, representando o preço do petróleo.

O primeiro passo para a modelagem de séries temporais é verificar se elas são estacionárias³. Dickey e Fuller (1979) desenvolveram métodos de se identificar a estacionariedade das séries via testes de raiz unitária, como o teste de Dickey e Fuller Aumentado (ADF), que será utilizado neste estudo.

Se as séries forem estacionárias, as relações entre as variáveis podem ser estimadas em nível, e a existência de precedência temporal entre elas pode ser verificada pelo teste de causalidade de Granger (1969). Causalidade, no sentido de Granger, indica a precedência temporal e não necessariamente causa e efeito no sentido de endogeneidade de uma variável. Deste modo, será realizado o teste das variáveis do modelo, individualmente, com os indicadores setoriais. O modelo segue a seguinte estrutura para o teste entre duas variáveis:

$$X_t^j = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que X_t^j representa os índices setoriais no período t , sendo $j=1$ para o Setor de Energia Elétrica, $j=2$ para o Setor Industrial e $j=3$ para o Setor de Telecomunicações; e Y as demais variáveis do modelo.

A hipótese nula é a de que a variável em questão não Granger causa o índice setorial. Formalmente, testa-se se α_i é conjuntamente diferente de zero. Como este teste é muito sensível ao número de defasagens, a hipótese será testada em três *lags* diferentes (1, 5 e 10).

³ De acordo com Gujarati (2000), neste tipo de processo estocástico, as médias e variâncias são constantes ao longo do tempo e a covariância entre dois períodos de tempo depende apenas da defasagem entre eles

Valls Pereira (1991), citado por Grôppo (2004), afirma que as séries macroeconômicas e financeiras geralmente são não estacionárias, pois apresentam algum tipo de tendência na média ou na variância. Existe, assim, necessidade de diferenciar as séries, e este processo leva à perda de informações de longo prazo. Para solucionar este tipo de problema e propor relações mais robustas entre as variáveis, deve-se testar se elas são cointegradas.

Assim, se as séries não são estacionárias, dois desdobramentos podem ocorrer:

- a) As séries são cointegradas⁴. Neste caso, ajusta-se um modelo vetorial de correção de erros (VEC)
- b) As séries não são cointegradas. Para estes casos, as relações devem ser estimadas após a diferenciação das séries⁵.

Para Enders (1995), a cointegração se refere às possíveis combinações lineares de séries não-estacionárias. Séries cointegradas apresentam relações de equilíbrio estável de longo prazo. Os métodos mais comuns para se testar a cointegração entre séries são os de Engle e Granger (1987) e o de Johansen e Juselius (1990), conhecidos como procedimentos de Engle-Granger e Johansen, respectivamente.

Quando se toma um vetor de X de variáveis, elas são consideradas cointegradas de ordem (d, b) , $CI(d, b)$ se todos os seus componentes forem integrados de ordem d , $I(d)$ e existir uma combinação linear tal $z_t = \beta' X_t$ em que o resíduo z_t é $I(d-b)$. O vetor β é chamado de vetor de cointegração.

Para Lütkepohl e Krätzig (2004), antes do conceito de cointegração ser introduzido, já eram discutidos os modelos de correção de erros na literatura econométrica. Nestes modelos, as mudanças em alguma variável dependem dos desvios a partir de alguma relação de equilíbrio, desvios esses gerados em uma

⁴ De acordo com Yoo (2005), a cointegração pode ser definida como um sistemático co-movimento entre duas ou mais variáveis econômicas a longo prazo. Para mais informações, ver Hamilton (1994) e Enders (1995).

⁵ Em geral, as séries financeiras são integradas de ordem 1 - $I(1)$ - e, nestes casos, são diferenciadas apenas uma vez. Séries integradas de ordem “d” devem ser diferenciadas “d” vezes.

variável relacionada em um período anterior. De acordo com os autores, relações entre variáveis cointegradas podem ser estimadas por um processo autorregressivo vetorial.

Para estimar as relações entre as variáveis macroeconômicas e financeiras e os índices setoriais, será utilizado o Modelo de Autorregressão Vetorial (VAR). Um VAR (p) busca estabelecer as relações entre as variáveis com a defasagem de p períodos. No formato matricial multivariado, tem-se:

$$X_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \theta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

em que X_t representa a matriz de variáveis no período t e X_{t-i} a matriz de variáveis no período $t-i$.

O número de defasagens será determinado pelos critérios de informação de Akaike (AIC), Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ), optando-se, quando existir divergência entre eles, pelo modelo mais parcimonioso⁶.

Quando as variáveis são cointegradas, obtém-se o chamado VAR reparametrizado, que é o Modelo de Correção de Erro Vetorial (VEC). A especificação dos *lags* deste modelo deve ser coerente com o VAR em nível, ou seja, será utilizada uma defasagem a menos, por ele estar em primeira diferença. De acordo com Alexander (2001), o modelo matricial geral para p defasagens é:

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \Gamma_2 \Delta X_{t-2} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta X_{t-(p-1)} + \alpha \beta' X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

em que: $\beta' X_{t-1}$ são as relações de cointegração que definem a trajetória de longo prazo (equilíbrio) entre as variáveis, α é a matriz de coeficientes de ajustamento

⁶ Lütkepohl e Krätzig (2004) sugerem que o número de defasagens p , pelas características destes critérios de informação, normalmente é obtido com a seguinte ordem: $p(SC) \leq p(HQ) \leq p(AIC)$. Assim, o critério SC tende a ser mais parcimonioso.

para o equilíbrio de longo prazo e Γ_i são as matrizes de coeficientes que definem a dinâmica de curto prazo.

Segundo Lütkepohl (2006), a determinação do número de vetores de cointegração é feita pela análise do posto da matriz $\alpha\beta'$. Uma forma de determinar o posto de uma matriz é observar o número de raízes características (ou autovalores) que são diferentes de zero. Assim, é possível determinar o número de vetores de cointegração pelo do exame da significância das raízes características estimadas de $\alpha\beta'$. Seguindo o procedimento de Johansen, dois testes podem determinar o número de vetores de cointegração. São o teste do traço e o teste do máximo autovalor.

De acordo com Marques Jr. e Porto Jr. (2004), a causalidade em um modelo VEC pode ser demonstrada por duas vias. A primeira diretamente, quando o coeficiente da matriz Γ_i , que relaciona $X1$ a $X2$, por exemplo, é diferente de zero, caso em que há exogeneidade forte de $X1$ em relação a $X2$. A segunda quando um dos coeficientes da matriz α é diferente de zero, então há exogeneidade fraca. Essa hipótese pode ser testada a partir de um teste de significância para o coeficiente α .

Primeiramente, será testada a cointegração para as variáveis aos pares com os indicadores e, posteriormente, será realizada uma análise multivariada. Para ambos os casos, será utilizado o logaritmo natural das séries em nível para reduzir a variância e, conseqüentemente, a discrepância entre as escalas das séries e para obter as elasticidades.

A equação de cointegração, se existir, determinará se as variáveis são positivamente ou negativamente associadas no que se refere ao equilíbrio de longo prazo e, além disso, qual o coeficiente que permite este equilíbrio. Para tornar robusto o modelo, seguindo procedimento proposto por Lütkepohl e Krätzig (2004), serão testadas as hipóteses de significância sobre os coeficientes da equação e sobre variáveis determinísticas que podem compor o modelo. Se algum coeficiente do modelo multivariado não for significativo, a variável ligada a ele é retirada do processo.

Uma das características da modelagem VAR/VEC é o fato de ela ser atórica, ou seja, não precisa se definir uma ordem de relação *a priori*. Assim, o objetivo deste estudo é atingido verificando-se a existência de relações de longo prazo entre as variáveis e a significância dos coeficientes da equação de cointegração.

2.2. Fonte de dados e recursos computacionais

O estudo buscou um número de observações que tornasse robusto o modelo sem, entretanto, possuir grandes *outliers*. Neste sentido, foi escolhido o período entre 01 de janeiro de 2000 e 15 de setembro de 2008, totalizando 2.185 observações, com o intuito de não adentrar o período mais turbulento da crise econômica mundial, que se desencadeou em 2008, o que poderia gerar problemas na modelagem. A única exceção foi o índice de ações do setor de telecomunicações (ITEL), que começou a ser calculado em janeiro de 2002.

Os dados referentes aos índices brasileiros e americanos de ações e à taxa de câmbio nominal (Dólar Americano e Euro) foram obtidos no banco de dados do Software Económica (2009). A série diária da Taxa Selic foi conseguida no Bacen (2009) e o preço do petróleo cru, a preços nominais, cotado no mercado norte-americano, foi obtido pelo sítio da EIA (2009).

Todos os dados são diários e os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do Software *EViews 5.0*.

3. Resultados

O primeiro passo para a modelagem das séries foi a verificação da sua estacionariedade. A Tabela 2 apresenta os resultados para os testes de Dickey e Fuller Aumentado. As séries foram mais bem ajustadas em modelos sem variáveis determinísticas, com exceção das variáveis ITEL e Nasdaq. Observa-se que todas as séries apresentadas não são estacionárias em nível, mas o são em primeira diferença, pois se rejeita, neste caso, ao nível de 5% de significância

estatística, a hipótese nula de que as séries tenham uma raiz unitária. Assim, todas as variáveis são integradas de ordem um.

Tabela 2 – Teste de Dickey-Fuller Aumentado para as séries em nível e primeira diferença

Série	Termo determinístico	Estatística τ	Valor Crítico Nível de 5%	p-valor
<i>IEE</i>	Sem tendência e intercepto	0,7523	-1,9410	0,8765
Δ <i>IEE</i>	Sem tendência e intercepto	-46,3786	-1,9410	0,0001
<i>ITEL</i>	Com tendência e intercepto	-2,5746	-3,9635	0,2921
Δ <i>ITEL</i>	Sem tendência e intercepto	-41,3697	-1,9410	0,0000
<i>IND</i>	Sem tendência e intercepto	0,1277	-1,9410	0,7228
Δ <i>IND</i>	Sem tendência e intercepto	-45,5775	-1,9410	0,0001
<i>Ibov</i>	Sem tendência e intercepto	0,0074	-1,9410	0,6850
Δ <i>Ibov</i>	Sem tendência e intercepto	-35,4729	-1,9410	0,0000
<i>Selic</i>	Sem tendência e intercepto	-0,7489	-1,9410	0,3921
Δ <i>Selic</i>	Sem tendência e intercepto	-7,3658	-1,9410	0,0000
<i>Dolar</i>	Sem tendência e intercepto	0,1024	-1,9410	0,7150
Δ <i>Dolar</i>	Sem tendência e intercepto	-49,5073	-1,9410	0,0001
<i>Euro</i>	Sem tendência e intercepto	0,3404	-1,9410	0,7834
Δ <i>Euro</i>	Sem tendência e intercepto	-36,6787	-1,9410	0,0000
<i>Nasdaq</i>	Sem tendência e com intercepto	-2,3843	-2,8627	0,1463
Δ <i>Nasdaq</i>	Sem tendência e intercepto	-50,6146	-1,9410	0,0001
<i>S&P</i>	Sem tendência e intercepto	-1,0336	-1,9410	0,2719
Δ <i>S&P</i>	Sem tendência e intercepto	-36,7564	-1,9410	0,0000
<i>Pet</i>	Sem tendência e intercepto	0,1906	-1,9410	0,7416
Δ <i>Pet</i>	Sem tendência e intercepto	-36,6172	-1,9410	0,0000

¹ A hipótese nula, H_0 , é de que a série tem uma raiz unitária.

² O operador Δ indica a primeira diferença da série.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Buscou-se identificar as relações entre os indicadores setoriais e as variáveis apresentadas no modelo. Observando as séries aos pares, ou seja, a relação do indicador setorial com cada variável separadamente, podem-se ter dois caminhos. O primeiro é, a partir das séries em primeira diferença (estacionárias), testar a causalidade de Granger. O segundo é lançar mão, com as séries em nível, dos testes de cointegração e dos Modelos Vetoriais de Correção de Erro.

A Tabela 3 resume os resultados do teste de causalidade de Granger, respondendo se as variáveis causam, no sentido de Granger, os indicadores setoriais. Observa-se, por exemplo, que variações no Ibovespa precedem temporalmente ou Granger causam variações em todos os índices setoriais, mas o preço do Dólar (Taxa de Câmbio) possui esta relação apenas com o setor industrial, o que pode ser explicado pelo elevado volume de importações e exportações realizadas pelas indústrias deste setor.

Tabela 3 – Resumo do teste de causalidade de Granger para as variáveis e indicadores setoriais¹

	Índice de Energia Elétrica	Índice do Setor Industrial	Índice de Telecomunicações
<i>Ibovespa</i>	Sim	Sim	Sim
<i>Taxa Selic</i>	Não	Não	Não
<i>Dólar Paralelo</i>	Não	Sim	Não
<i>Euro</i>	Sim	Sim	Sim
<i>Petróleo</i>	Sim	Sim	Sim
<i>Nasdaq</i>	Não	Não	Sim
<i>S&P 500</i>	Sim	Sim	Sim

¹ Responde se a variável localizada na linha causa, no sentido de Granger, o índice representado na coluna.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Já se podem observar as diferenças de comportamento dos indicadores quando comparados com as variáveis de análise. Todos os indicadores setoriais são causados, no sentido de Granger, pelo Ibovespa, Euro, Preço do Petróleo e S&P500, enquanto as variações de curto prazo no Setor Industrial são precedidas também pelas variações no Dólar e no Setor de Telecomunicações, pelas variações no Índice Nasdaq.

A Taxa Selic foi a única variável que não precedeu temporalmente nenhum dos indicadores setoriais, o que denota sua pequena relação com os índices em questão. Este fato pode ser explicado pela pequena variabilidade da série de taxa de juros em relação às demais séries. A Taxa Selic, considerada em muitos casos a taxa livre de risco para o Brasil, representa o valor da

remuneração dos títulos públicos e como sua variabilidade é pequena, sua série é pouco relacionada com as variações de outros índices.

Para identificar a relação entre as variáveis incorporando as informações de longo prazo, foi testada a cointegração entre as séries. Este teste busca identificar a existência de relações de longo prazo entre as variáveis e, mais especificamente, qual a forma de associação entre elas.

Depois de constatar que as variáveis em nível são não estacionárias e integradas de mesma ordem, como já visto, ajusta-se um modelo de Vetores Autorregressivos para cada combinação, estimando-se a relação entre a variável e o indicador setorial de acordo com as defasagens previstas

Posteriormente, testou-se a cointegração das variáveis pelos testes do traço e do máximo autovalor, segundo procedimento de Johansen (1988). Se os testes indicarem a existência de alguma relação de cointegração, estimam-se o sinal (indicando a direção da relação) e o valor do coeficiente que determina o equilíbrio de longo prazo.

A Tabela 4 mostra o resultado dos testes para cada indicador. As colunas de relação indicam se mudanças nas variáveis geram efeitos positivos ou negativos no indicador setorial quando existe a relação de cointegração.

Não é interesse, por enquanto, analisar a equação de cointegração, e sim a existência e a direção da relação. Porém, vale ressaltar que todos os parâmetros das equações de longo prazo entre as variáveis cointegradas foram significativos.

Tabela 4 – Resumo do teste de cointegração entre as variáveis de análise e indicadores setoriais

	Índice de Energia Elétrica		Índice do Setor Industrial		Índice de Telecomunicações	
	<i>Cointegração</i>	<i>Relação</i>	<i>Cointegração</i>	<i>Relação</i>	<i>Cointegração</i>	<i>Relação</i>
<i>Ibovespa</i>	Sim	Positiva	Não	-	Sim	Positiva
<i>Taxa Selic</i>	Não	-	Não	-	Não	-
<i>Dólar</i>	Não	-	Não	-	Sim	Negativa
<i>Euro</i>	Não	-	Não	-	Não	-
<i>Petróleo</i>	Não	-	Sim	Positiva	Sim	Positiva
<i>Nasdaq</i>	Não	-	Não	-	Sim	Positiva
<i>S&P 500</i>	Não	-	Não	-	Não	-

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os índices de Energia Elétrica e Telecomunicações têm relação de cointegração com o Índice Bovespa. Mudanças no Ibovespa estão positivamente associadas a mudanças nos referidos indicadores setoriais. Inclusive, esta foi a única relação de cointegração observada para o índice de Energia Elétrica.

O Setor Industrial tem relação de longo prazo com o preço à vista do petróleo, sendo observadas também variações no mesmo sentido entre as variáveis. Este fato contraria, de certa forma, a expectativa de que aumentos no preço do petróleo, por exemplo, poderiam reduzir o valor de mercado das ações devido à expectativa de elevação dos custos de produção e, consequentemente, de queda nos lucros. Na verdade, como a variável é o preço à vista do petróleo cru, cotado nos Estados Unidos, tem-se que ela não influencia imediatamente o preço das ações e, no longo prazo, os indicadores respondem do mesmo modo ao crescimento da economia, ou seja, o crescimento da produção faz aumentar a demanda pelo petróleo, impactando positivamente seus preços.

No índice de ações do Setor de Telecomunicações, observou-se o maior número de relações de cointegração. Além da relação positiva com o Ibovespa, já discutida, os testes indicaram relações de equilíbrio de longo prazo com o preço do Petróleo, o índice de ações Nasdaq e o Dólar Paralelo. Variações nos dois primeiros se equilibram no longo prazo com variações no mesmo sentido do ITEL e variações do Dólar tem relação do sentido oposto com o referido índice.

Para melhor observação da relação entre as variáveis, estimam-se, pelo procedimento de Johansen, as relações de cointegração com os indicadores setoriais e as sete variáveis juntas, em uma análise multivariada. Assim, espera-se obter, de forma mais aproximada do que acontece na economia, as relações de equilíbrio de longo prazo entre os indicadores e as variáveis de análise.

Para o Índice de Energia Elétrica, foi selecionado um VAR(2)⁷, que se mostrou bem ajustado. Observou-se a existência de relações de cointegração, mas a variável S&P500 não se mostrou significativa na equação e, seguindo o procedimento de Lütkepohl (2004), ela foi retirada do modelo. Novamente foi testada a cointegração. Os resultados referentes aos testes do Traço e do Máximo Autovalor são apresentados na Tabela 5. Nota-se que ambos os testes indicaram, ao nível de 5% de significância, presença de duas relações de cointegração entre as variáveis.

Tabela 5 – Testes de cointegração entre o IEE e as variáveis analisadas

<i>Número de equações de cointegração</i>	Teste do Traço			Teste do Máximo Autovalor		
	<i>Estatística</i>	<i>Valor Crítico 5%</i>	<i>Prob.</i>	<i>Estatística</i>	<i>Valor Crítico 5%</i>	<i>Prob.</i>
Nenhuma	184,16*	125,62	0,0000	84,93*	46,23	0,0000
No máximo 1	99,23*	95,75	0,0282	46,80*	40,08	0,0076
No máximo 2	52,43	69,82	0,5306	22,55	33,88	0,5650
No máximo 3	29,87	47,86	0,7253	12,76	27,58	0,8979
No máximo 4	17,12	29,80	0,6314	9,79	21,13	0,7645
No máximo 5	7,33	15,49	0,5394	6,27	14,26	0,5787
No máximo 6	1,06	3,84	0,3032	1,06	3,84	0,3032

*Rejeita-se a Hipótese Nula ao nível de 5%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 6 mostra o vetor de cointegração, normalizado em IEE, o Teste t para significância dos parâmetros e o sinal da relação. Todos os parâmetros estimados foram significativos ao nível de 10% de significância. Como o vetor de cointegração está normalizado pelo índice setorial, sempre que os sinais das variáveis de análise forem iguais aos referidos índices, significa que eles respondem negativamente às macrovariações e vive-versa.

⁷ A partir deste modelo, testou-se a cointegração com um *lag* a menos, obtendo-se um VEC (1).

Observa-se que variações no Ibovespa, Selic e Dólar se equilibram no longo prazo com variações no mesmo sentido no Índice de Energia Elétrica, enquanto mudanças no índice Nasdaq, Euro e Petróleo geram alterações opostas nos índices. A teoria não é clara sobre quais seriam as direções destas relações, e os estudos empíricos são muito sensíveis às variáveis utilizadas, podendo gerar resultados muito diferenciados. Como o objetivo é captar as possíveis diferenças entre os setores, optou-se por não se discutir enfaticamente estes efeitos.

Tabela 6 – Vetor de cointegração⁸, teste t e direção das relações entre as variáveis IEE, Ibovespa, Taxa Selic, Nasdaq, Dólar, Euro e Petróleo

	IEE	Ibov	Selic	Nasdaq	Dólar	Euro	Pet
	1	-2,027295	-0,740588	0,378811	-0,77112	0,810434	0,646311
Erro Padrão		-0,11685	-0,16377	-0,09675	-0,42772	-0,26741	-0,11383
Estatística t		17,3496	4,5221	-3,9154	1,8029	-3,0307	-5,6779
Relação		Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa	Negativa

Fonte: Resultados da pesquisa.

De qualquer modo, como era de se esperar, existe relação direta entre Ibovespa e IEE, indicando que as variações sofridas entre estes indicadores são causadas pelos mesmos fatores. Deste modo, para manutenção do equilíbrio de longo prazo, um aumento, por exemplo, de 1% no Ibovespa seria acompanhado de um aumento de 2,02% do IEE.

A Taxa Selic, por sua vez, que poderia representar uma fonte alternativa de investimento para os compradores de ações e assim caminhar em sentido oposto em termos de evolução das séries, mostrou-se também diretamente relacionada com o IEE. Isso pode ser explicado pela utilização pelas empresas de aplicações no mercado financeiro que poderiam gerar maiores lucros em seus demonstrativos, impactando positivamente o preço das ações.

A relação negativa com o Índice Nasdaq representa a possibilidade de diversificação dos investimentos entre os países, sugerindo a existência de um

⁸ A equação de cointegração correspondente possui o seguinte formato:

$$IEE = 2,027Ibov + 0,740Selic - 0,378Nasdaq + 0,771Dólar - 0,810Euro - 0,646Pet$$

investimento alternativo para as ações do setor elétrico brasileiro. O preço do petróleo representa um fator de elevada relevância para os custos de produção das empresas e uma fonte de energia alternativa à elétrica, sendo assim, sua relação negativa com o IEE pode ser explicada por esses fatos.

Do mesmo modo, estimou-se um modelo⁹ para as relações das variáveis com índice do Setor Industrial. Após testar-se a cointegração, foram sendo retiradas, uma a uma, as variáveis não significativas, e o resultado final, que é apresentado na Tabela 7, indica que, pelo teste do traço, existe ao menos uma relação de cointegração, enquanto pelo teste do máximo autovalor, são esperadas ao menos duas relações.

Tabela 7 – Testes de cointegração entre o IND e as variáveis analisadas

<i>Número de equações de cointegração</i>	Teste do Traço			Teste do Máximo Autovalor		
	<i>Estatística</i>	<i>Valor Crítico 5%</i>	<i>Prob.</i>	<i>Estatística</i>	<i>Valor Crítico 5%</i>	<i>Prob.</i>
Nenhuma	136,95*	88,80	0,0000	76,58*	38,33	0,0000
No máximo 1	60,37	63,88	0,0952	35,41*	32,12	0,0190
No máximo 2	24,96	42,92	0,7918	14,48	25,82	0,6810
No máximo 3	10,48	25,87	0,9027	7,75	19,39	0,8432
No máximo 4	2,73	12,52	0,9066	2,73	12,52	0,9066

*Rejeita-se a Hipótese Nula ao nível de 5%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com a variável do Setor Industrial, o equilíbrio de longo prazo se deu entre ela e as variáveis Ibovespa, Selic, Dólar e Petróleo. O parâmetro da tendência também se mostrou significativo, apesar do valor pequeno do coeficiente.

Neste setor, o sentido das relações se mostrou diferente do observado no setor de Energia Elétrica (Tabela 8). Variações no Ibovespa e Selic têm efeitos contrários no índice industrial. No caso da Taxa Selic, este setor pode ser mais sensível ao custo do capital mais alto, que reduziria a quantidade de investimentos na indústria, prejudicando seu retorno esperado. No caso do Ibovespa, diferentemente do IEE, este resultado pode indicar algum tipo de substituição entre as ações dos setores. Uma queda no valor das ações do setor

⁹ O modelo mais bem ajustado foi um VAR(2) e, consequentemente, VEC(1).

industrial geraria, assim, uma migração para ações historicamente mais representativas no Ibovespa, como do setor petroquímico, por exemplo.

Tabela 8 – Vetor de cointegração, teste t e direção das relações entre as variáveis

IND, Ibovespa, Taxa Selic, Dólar e Petróleo

	IND	Ibov	Selic	Pet	Dólar	Tendência
	1	0,788895	1,804163	-1,26225	-0,799687	-0,000644
Erro Padrão		-0,24637	-0,29622	-0,21878	-0,34971	-0,00021
Estatística t		-3,2021	-6,0906	5,7695	2,2867	3,0667
Relação		Negativa	Negativa	Positiva	Positiva	

Fonte: Resultados da pesquisa.

O sentido da relação para o petróleo, diferentemente do que poderia ser esperado com um efeito contrário na variação do índice setorial devido à influência nos custos de produção, sugere que os fatores que geram um impacto positivo, por exemplo, no valor das ações do setor industrial, provocam um aumento da demanda do petróleo, o que elevaria seus preços.

Por fim, a análise das variáveis com o Índice de Telecomunicações indicou uma relação autorregressiva por um modelo VAR(1). Os testes de cointegração indicaram a existência de relações de equilíbrio de longo prazo, porém, por não serem significativas, as variáveis Dólar e Euro foram retiradas do modelo. Deste modo, o resultado final dos testes do Traço e do Máximo Autovalor pode ser observado na Tabela 9, denotando a não rejeição da hipótese e que existem ao menos duas relações de cointegração entre as referidas variáveis, quando tomadas em conjunto.

Tabela 9 – Testes de cointegração entre o ITEL e as variáveis analisadas

Número de equações de cointegração	Teste do Traço			Teste do Máximo Autovalor		
	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.
Nenhuma	146,18*	117,71	0,0002	55,38*	44,50	0,0023
No máximo 1	90,81*	88,80	0,0356	40,24*	38,33	0,0298
No máximo 2	50,56	63,88	0,3892	30,63	32,12	0,0752
No máximo 3	19,94	42,92	0,9617	12,16	25,82	0,8629
No máximo 4	7,78	25,87	0,9856	6,23	19,39	0,9453
No máximo 5	1,55	12,52	0,9895	1,55	12,52	0,9895

*Rejeita-se a Hipótese Nula ao nível de 5%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 10 mostra a relação que representa o equilíbrio de longo prazo entre as variáveis. No teste de cointegração, a tendência foi significativa, e as variações de longo prazo dos índices de origem internacional se relacionam de modo contrário ao índice setorial, ou seja, o preço do petróleo e os índices de ações Nasdaq e S&P 500 têm uma relação negativa com o ITEL. Como no IEE, a relação é positiva para o Ibovespa e a Taxa Selic. Um aumento de 1% no Ibovespa ou no preço do Petróleo, por exemplo, se equilibra no longo prazo com um aumento de 3,45% ou uma queda de 1,29%, respectivamente, no Índice de Telecomunicações. Os testes t indicam que todos os parâmetros estimados foram significativos.

Tabela 10 – Vetor de cointegração, teste t e direção das relações entre as variáveis ITEL, Ibovespa, Taxa Selic, Nasdaq, S&P500 e Petróleo

	ITEL	Ibov	Selic	Pet	Nasdaq	S&P	Tendência
	1	-3,45669	-0,905905	1,290412	1,211412	1,334596	0,001254
Erro Padrão		-0,45045	-0,25597	-0,23151	-0,59114	-0,68997	-0,00035
Estatística t		7,6739	3,5391	-5,5738	-2,0492	-1,9343	-3,5829
Relação		Positiva	Positiva	Negativa	Negativa	Negativa	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Fica evidente que o equilíbrio de longo prazo entre as variáveis de análise se modifica quando da introdução dos diferentes indicadores setoriais no modelo. Isto significa que o comportamento dos preços das ações é influenciado, e/ou influencia, de modo diferente, as variáveis do modelo quando se utiliza a análise no âmbito setorial.

De modo geral, nota-se que o Ibovespa e a Taxa Selic se relacionam com os índices Nasdaq e S&P500 e com o preço do petróleo na direção oposta, ou seja, as variáveis Ibovespa e Selic estão positivamente associadas entre si e negativamente associadas com as referidas variáveis¹⁰. As variáveis cambiais não

¹⁰ Este fato é observado quando se normalizam os vetores de cointegração a partir de outras variáveis que não sejam os indicadores setoriais.

apresentaram um padrão claro neste sentido, pois hora se associam positivamente com as variáveis, ora negativamente.

Espera-se que as variáveis de análise sejam mais exógenas que os indicadores setoriais, embora o estudo não chegue a essa conclusão. Como os indicadores setoriais representam o preço médio das ações de empresas de determinado setor, e seus preços são formados por um conjunto de informações e expectativas sobre as empresas, espera-se que os fatores que as afetam se reflitam em seus respectivos índices. Deste modo, conhecer a relação dos setores, neste caso via índices setoriais, com variáveis macroeconômicas e financeiras, pode favorecer o gerenciamento das empresas, bem como fornecer informações importantes para a tomada de decisões no âmbito de políticas públicas.

Pelo estudo, por exemplo, foi verificado que variações no preço do petróleo causam, no sentido de Granger, variações em ITEL e IEE e, além disso, o equilíbrio de longo prazo entre elas, pelo modelo multivariado, se dá a partir de uma associação negativa. Assim, alterações no mercado mundial de petróleo, que culminem com um novo equilíbrio em seus preços, poderão ter influência direta nos setores de Telecomunicações e de Energia Elétrica no Brasil. Essa nova informação agrega conhecimento aos gestores e auxilia no processo de tomada de decisão.

Além disso, este resultado sugere que o gerenciamento de carteiras pode se tornar mais eficiente a partir da compreensão da dinâmica setorial das ações que compõem determinado portfólio. O acompanhamento das variações do preço das ações, bem como a escolha de mecanismos de controle de riscos, como derivativos, se tornariam mais robustos a partir da abordagem setorial aqui sugerida.

4. Conclusões

Compreender a dinâmica do mercado acionário tem sido o objetivo de diversos agentes, especialmente aqueles ligados ao gerenciamento de carteiras de investimento. Busca-se modelar a variação do preço das ações, observando suas

mudanças no tempo e a origem das alterações. Isto facilita o processo de tomada de decisões, inclusive no que se refere à escolha de uma carteira de menor risco.

Também se espera que variáveis macroeconômicas e financeiras causem impactos no mercado acionário. Devido à globalização, os mercados acionários de todo o mundo estão interligados. Devido à dinâmica deste mercado, existe grande sensibilidade do mesmo às mudanças em variáveis macroeconômicas, especialmente aquelas atreladas à Política Monetária e Cambial.

Observou-se, a partir deste estudo, que estas relações podem ser diferentes de acordo com o setor econômico que se analisa. Mudanças em variáveis macroeconômicas ou financeiras podem afetar distintamente os setores econômicos, principalmente quando se analisa a precedência temporal entre as variações. Isso foi notado tanto no estudo da causalidade de Granger, com as variáveis em primeira diferença, como pela análise da cointegração.

O gerenciamento de carteiras de investimento poderia se tornar mais eficiente quando adotada a dimensão setorial como parâmetro de análise, gerando respostas rápidas dos investidores diante de oscilações destas variáveis, possibilitando uma administração de riscos robusta, permitindo, inclusive, a escolha mais apropriada de ativos para diversificação.

Além disso, a administração das empresas, bem como os órgãos públicos, está interessada em informações que agreguem valor ao seu processo de tomada de decisão, possibilitando políticas direcionadas para cada setor.

5. Referências Bibliográficas

ALEXANDER, C. **Market Models: a guide to financial data analysis**. John Wiley & Sons, Ltd, 2001. 494p.

AMORIM, S.R. **Testes de característica comuns em mercados Latino-Americanos**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – BACEN. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais- SGS - v1.3.2** Módulo público. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br>

/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.paint?method=consultarValoresSeries>. Acesso em 02 de jun. 2009.

BOLSA DE VALORES DO ESTADO DE SÃO PAULO – BOVESPA. **Índices**. Disponível em: <[http://www.bovespa.com.br /Pdf/Indices/IBovespa.pdf](http://www.bovespa.com.br/Pdf/Indices/IBovespa.pdf)>. Acesso em: 28 de fev. 2010.

CHAN, K.C.; GUP, B.E.; PAN M.S. An empirical analysis of stock prices in major Asian markets and the United States. **The Financial Review**, v.27, n. 2, p. 289-307, 1992.

CHEN, N.F.; ROLL, S.; ROSS, S.A. Economic forces and stock market. **Journal of Business**, v. 59, n. 3, p. 383-403, 1986.

CHEN, N-F.. Financial investment opportunities and the macroeconomy. **The Journal of Finance**, v. 46, n. 2, p. 529–554, 1991.

CHEN, G.; FIRTH, M.; RUI, O.M. Stock market linkages: Evidences from Latin America. **Journal of Banking & Finance**, n. 26, p. 1113-1141. 2002.

DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, v.74, n.366, p. 427-431, 1979.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION U.S. - EIA. **Prices**. Disponível em: <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm>. Acesso em 02 de jun. 2009.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley and Sons, 1995. 433p.

ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. Co-integration and error correction representation, estimation and testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.

FAMA, E.F. Efficient Capital Markets. **The Journal of Finance**, v. 46, n. 5, p. 1575-1617, 1991.

GRANGER, C. W. J. Investigating casual relations by econometric models and cross spectral methods. **Econometrica**, v. 37, n. 3, p. 424-438, 1969.

GRÔPPO, G. S. **Causalidade das variáveis macroeconômicas sobre o IBOVESPA**. Dissertação (Mestrado em Ciências - Economia Aplicada). ESALQ – Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP. 2004.

- GRÔPPO, G. S. Contratos futuros e Ibovespa: estudo com procedimento de auto-regressão vetorial estrutural. **Resenha BM&F**. n. 167, jan/abr, 2006.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3.ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 846p.
- HAMILTON, J. D. **Time-series analysis**. Princeton University Press, 1994. 799p.
- JOHANSEN, S. Statistical Analysis of Cointegration Vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, vol.12, n. 213, p. 231–254, 1988.
- JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximun likelihood estimation and inference on cointegration – with aplications on the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v.52, n. 2, p. 169-219, 1990.
- KASA, K. Common stochastic trends in international stock markets. **Journal of Monetary Economics**, Elsevier, v. 29(1), p. 95-124, Feb. 1992.
- KWON, C.S.; SHIN, T.S. Cointegration and causality between macroeconomic variables and stock market returns. **Global Finance Journal**. v. 10:1, p. 71–81, 1999.
- LÜTKEPOHL, H. **New Introduction to Multiple Time Series Analysis**. Springer, 2006. 764p.
- LÜTKEPOHL, H; KRÄTZIG, M. **Applied Time Series Econometrics**. Cambridge University Press, 2004. 323p.
- MARQUES JÚNIOR, T.; PÔRTO JÚNIOR, S. S. Desenvolvimento Financeiro e Crescimento Econômico no Brasil Uma Avaliação Econométrica. **In: IV Encontro Brasileiro de Finanças**, Rio de Janeiro. IV Encontro Brasileiro de Finanças, 2004.
- MUKHERJEE, T.; NAKA, A. Dynamic relations between macroeconomic variables and the Japanese stock market: an application of a vector error correction model. **The Journal of Financial Research**, v. 18, n. 2, p. 223-237, 1995.
- NUNES, M. S.; COSTA JR., N. C. A. D.;SEABRA, F. Co-integração e causalidade entre as variáveis macroeconômicas, “risco Brasil” e os retornos no mercado de ações brasileiro. **Revista de Economia e Administração**, 2(3):26–42, 2003.

TAYLOR, M. P.; TONKS, I. The Internationalization of the Stock Markets and the Abolition of UK Exchange Control. **The Review of Economics and Statistics**, v. 71, n. 2, p. 332-336. 1989.

YOO, S. H. Electricity consumption and economic growth: evidence from Korea. **Energy Policy**. v. 33, p. 1627–1632, 2005.

ARTIGO III - Hedge Ótimo e Efetividade a partir da utilização de contratos futuros de índice de ações, câmbio, taxa de juros e petróleo.

1. Introdução

De acordo com Jin e Jorion (2006), em um mundo com mercados eficientes, o risco seria irrelevante. Entretanto, assimetria de informações, imperfeições de mercado, impostos e custos de transação geram um ambiente de negócios incerto.

No mercado financeiro, isto não é diferente. Down (2002) afirma que a grande instabilidade do ambiente econômico fez crescer o interesse pelo risco no contexto financeiro. Esta instabilidade é reflexo de vários fatores, tais como: volatilidade do mercado de ações, volatilidade das taxas de câmbio, volatilidade das taxas de juros e volatilidade do mercado de *commodities*. Os contratos futuros surgiram da necessidade de redução de risco de preços dos mercados à vista. Desde o surgimento, nos mais diversos mercados, passando pelas *commodities* agropecuárias, onde surgiram, e pelos mercados cambiais financeiros, onde vêm obtendo destaque em termos de volume de negócios, os agentes trocavam o risco de variação do preço à vista por um ganho ou perda determinados. A posição do envolvido diante do mercado dependia de seu interesse no produto, podendo ser um *hedger* ou um especulador.

De qualquer modo, os mercados futuros e suas variações, como os mercados a termo e de opções, vêm se desenvolvendo ao longo dos anos, e a sua efetividade, enquanto de garantidores de preço, deve ser frequentemente questionada. Mais que isso, conhecer a dinâmica do mercado futuro leva a um maior entendimento da estrutura da volatilidade do mercado à vista, como observam Fan, Gupta e Ritchken (2003), especialmente, no caso, para a estrutura a termo da taxa de juros.

Vários trabalhos buscam verificar a efetividade do hedge e o nível ótimo de utilização de derivativos em determinados mercados. A correlação entre os preços à vista e futuro é normalmente alta, como sugere Lien (2004). Isso já poderia ser um indício de eficiência de acordo com o modelo adotado, porém, em

alguns casos, não é suficiente. Para Yun (2006), os agentes normalmente estabelecem suas decisões de hedge de acordo com uma regra simples e objetiva, baseada na direção e magnitude da relação entre os mercados à vista e futuro.

A Figura 1, por exemplo, mostra a evolução dos preços à vista e futuro do índice da Bolsa de Valores de São Paulo e do Dólar. Nota-se nas Figuras 1(a) e 1(b) que as variações de preços seguem um comportamento semelhante, porém com diferenças na intensidade. E este fato não garante a eficiência da diversificação devido às já citadas características do mercado financeiro.

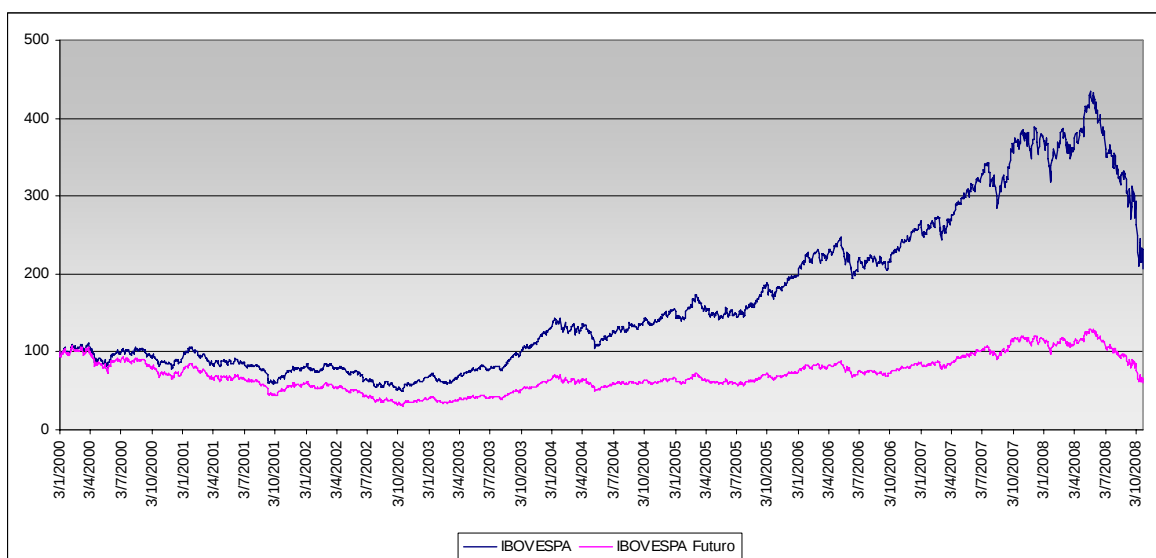


Figura 1(a)



Figura 1(b)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Software Economática.

Figura 1 – Variação dos preços à vista e futuro do Ibovespa e Dólar entre janeiro de 2000 e setembro de 2008.

Para os mercados de *commodities* agropecuárias, diversos autores, tais como Silva, Aguiar e Lima (2003), Nogueira, Aguiar e Lima (2004), Muller (2007) e Gonçalves et al. (2008), continuam buscando determinar nível ótimo e eficiência de hedge para o Brasil. Duarte Júnior (2009) estudou o hedge ótimo para opções no Brasil. Entretanto, ainda são poucos os estudos realizados no país

que estabeleçam este tipo de relação para derivativos ligados ao mercado financeiro e a outras *commodities*.

Contratos futuros de taxa de juros, índice Bovespa e câmbio têm sido os mais representativos em termos de negócios da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) e, além disso, diversos agentes, incluindo Estado, Investidores Institucionais e Instituições Financeiras atuam neste segmento e necessitam de ferramentas que tornem mais eficiente o processo de gerenciamento de suas carteiras.

Assim, a questão central trabalhada neste artigo diz respeito à efetividade do hedge a partir da utilização de contratos futuros no mercado financeiro, cambial e de petróleo. Além disso, dado o histórico das séries, buscou-se obter qual seria o nível ótimo de participação desses derivativos, de modo que tornasse determinada carteira de investimento de menor risco.

2. Referencial Teórico

O marco teórico para o desenvolvimento dos estudos sobre risco de mercado e que direcionou diversos trabalhos a partir da década de 50 foi a publicação do artigo Seleção de Carteiras (“*Portfolio Selection*”) de Markowitz (1952).

A grande inovação deste artigo consistiu em relacionar o retorno e o risco de cada carteira de títulos, considerando um infinito número de combinações possíveis que poderiam compor uma carteira e, a partir daí, traçar a curva do conjunto de suas eficientes combinações (BAIMA, 1998).

Johnson (1960) e Stein (1961) desenvolveram modelos baseados na Teoria do Portfólio para estabelecer relações entre mercados à vista e futuro. Mas, de acordo com Müller (2007), um marco divisório na pesquisa sobre hedge foi a importância dada à minimização dos riscos por parte dos agentes. Especialmente a partir de Ederington (1979), ressaltou-se que a finalidade do hedge é a redução dos riscos, e esse princípio deve estar por trás das estratégias formuladas. Este autor testou o método de definir o hedge ótimo via coeficiente

de inclinação da regressão linear entre as variáveis nos mercados à vista e futuro, com estimação via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Myers e Thompson (1989) contribuíram com a teoria aprofundando o modelo no que se refere ao conteúdo informacional, gerando um modelo generalizado. Esses autores chamam a atenção para o fato de que, no modelo teórico, a variância dos preços à vista e futuro e sua covariância serem claramente condicionais às informações disponíveis no momento da tomada de decisão do hedge. A equação (1) retrata este comportamento. O coeficiente β indica a estimativa da razão ótima de hedge entre os preços à vista e futuro.

$$p_t = \alpha + \beta f_t + a(L)p_{t-1} + b(L)f_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que p_t é o preço à vista no período t ; p_{t-1} é o preço à vista no período anterior; f_t é o preço futuro no período t ; f_{t-1} é o preço futuro no período anterior; L é o operador de defasagens; $a(L)$ e $b(L)$ são polinômios em L com parâmetros a serem estimados; α e β são parâmetros a serem estimados; e ε_t é o erro aleatório.

Segundo Müller (2007), este método é justificado pela dificuldade de se construir um modelo estrutural que contemple todas as variáveis de interesse que condicionem as variações dos preços ou retornos. Assim, os operadores de defasagem retratam o conteúdo informacional, pois agregam, na variável defasada no tempo, toda uma carga de informações geradas por diversos fatores.

Lien e Tse (2000) afirmam que o desenvolvimento da Econometria tem beneficiado as pesquisas sobre estratégias de Hedge. Copeland and Zhu (2006) sugerem que um modelo mais sofisticado seria mais eficiente na estimação da razão ótima de hedge, entretanto, não observaram muitos ganhos com modelos mais complexos, principalmente quando o número de parâmetros a serem estimados é elevado.

Müller (2007) ressalta que a informação de longo prazo é relevante para a realização do hedge, dado que as co-movimentações de preços são capazes de influenciar o comportamento dos retornos no curto prazo.

Lien (2004) sugere que a omissão das relações de cointegração entre preços à vista e futuros leva a um razão de hedge menor. Isso é explicado justamente pelo conteúdo informacional de longo prazo que deve ser considerado. Assim, o desenvolvimento dos modelos de cointegração e de Vetores Autorregressivos (VAR) deu suporte ao modelo de Myers e Thompson (1989).

Por fim, como salienta Müller (2007), os modelos citados são limitados devido ao fato de serem estáticos. A partir daí foram desenvolvidos modelos de Hedge multiperíodico e de variações na volatilidade, como o modelo de volatilidade condicional na forma multivariada (M-GARCH), para buscar capturar a dinâmica da relação de preços. Estes modelos foram desenvolvidos a partir das pesquisas de Bollerslev, Engle e Wooldridge (1988), Bollerslev (1990), Engle e Kroner (1995), entre outros.

Rossi e Zucca (2002) sugeriram a superioridade dos modelos de volatilidade condicional em relação ao MQO. Bystrom (2003), Casillo (2004), Müller (2007) e Copeland e Zhu (2006), entretanto, não observaram ganhos tão significativos a partir da utilização destes modelos mais complexos.

3. Metodologia

Para a consecução do trabalho empírico, avaliando o nível de hedge ótimo e sua eficiência, primeiramente foram estabelecidas as variáveis de interesse. Como o objetivo foi averiguar a capacidade de diversificação de produtos financeiros e *commodities*, principalmente no que se refere à formação de carteiras de investimentos, foram selecionados quatro mercados representativos, tanto na movimentação dos ativos no mercado à vista quanto no seu correspondente produto no mercado futuro. Deste modo, buscou-se identificar a

eficiência de proteção de variações de preços no mercado acionário brasileiro, no mercado cambial, no mercado monetário e no mercado petrolífero.

Para representar o mercado acionário brasileiro, foram utilizados o índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa) e o contrato futuro do próprio índice, negociado na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F). Assim, carteiras de investimento atreladas a esse índice ou até com composições diferentes podem ser administradas com maior eficiência quando se conhece o nível de utilização de contratos futuros que minimize os riscos dos portfólios.

Para aquelas aplicações atreladas à taxa de juros, ou mesmo carteiras que contêm títulos públicos, testou-se a eficiência do hedge da Taxa Selic, taxa básica da economia brasileira e dos contratos futuros de taxa de juros negociados na BM&F. O contrato futuro “DI para 30 dias” foi o que melhor se relacionou com a série à vista e por isso foi escolhido para o modelo.

No mercado cambial, foi estudada a relação entre o preço do Dólar Americano no mercado paralelo brasileiro e seu contrato futuro negociado também na BM&F. Neste caso, abre-se também a oportunidade de averiguar se os agentes que negociam com Dólares, tais como exportadores e importadores, têm boas condições de hedgear suas posições. Os três pares de variáveis citados foram obtidos no Software Economática, e os contratos futuros ajustados pelo primeiro vencimento.

Por fim, com o intuito de compreender a dinâmica de preços do mercado do petróleo, tendo em vista a elevada participação deste insumo na composição dos custos das empresas, bem como a importância de algumas empresas deste setor para o mercado acionário, testou-se a eficiência do hedge de contratos futuros de petróleo em relação ao seu preço à vista. Esses dados, entretanto, foram obtidos no banco de dados da Energy Information Administration – EIA (2009), com informações dos preços pelas cotações norte-americanas. Todas as variáveis foram obtidas pelas cotações diárias entre janeiro de 2000 e setembro de 2008, escolhendo-se este período pelo elevado número de observações, que torna mais robusto o modelo, sem, entretanto, adentrar a crise que se iniciou em meados de setembro de 2008, pois poderia trazer prejuízos ao modelo.

Dadas as variáveis, o primeiro passo, de acordo com Morettin (2004), é testar a estacionariedade das séries. Para Enders (1995), a estacionariedade pode ser testada pela análise do correlograma da série temporal ou, de maneira mais formal, pelos testes de raiz unitária¹. Os primeiros a desenvolver esta técnica foram Dickey e Fuller (1979). Formalmente, será utilizado o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), seguindo o procedimento de Enders (1995).

O próximo passo é definir o nível ótimo de hedge dos pares de variáveis. Utilizar contratos futuros na mesma proporção da posição à vista, para proteger todo portfólio, é considerado um hedge ingênuo, pois admite que os dois mercados sempre caminhem juntos, como observam Lien e Yang (2008) e Müller (2007).

A teoria de hedge tradicional preconiza o uso da regressão simples para estimar a razão de hedge, entretanto, como salientado, se as séries não forem estacionárias, o resultado fica comprometido e mesmo que forem, ou quando se utilizam as séries em primeira diferença, pode haver perda do conteúdo informacional, conforme Myers e Thompson (1989).

Deste modo, como realizado por Alexander (1999), Lien (2004), Pattarin e Ferretti (2003), Müller (2007) e Casillo (2004), os níveis ótimos de hedge foram estimados via modelos Vetoriais Autorregressivos (VAR), a partir da hipótese de cointegração entre as séries. Alexander (1999) observa que a cointegração despontou como uma poderosa técnica para investigar tendência comum em séries temporais multivariadas e fornecer uma forma de modelar as dinâmicas de curto e longo prazo destes sistemas.

Na prática, se as variáveis são cointegradas, significa dizer que a ordem de integração delas é a mesma, ou seja, existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre elas. Porém, como indica Enders (1995), no curto prazo deve existir um equilíbrio que é constantemente corrigido pelo erro estimado do modelo original.

Para Lütkepohl (2006), variáveis cointegradas podem ser geradas por um processo autorregressivo vetorial. Um VAR (1), por exemplo, busca estabelecer

¹ Detalhes sobre os testes de raiz unitária podem ser encontrados em Phillips e Perron (1988).

as relações entre as variáveis com a defasagem de um período. No formato matricial multivariado, tem-se:

$$X_t = \alpha + \theta_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

em que X_t representa a matriz de variáveis no período t e X_{t-1} a matriz de variáveis no período $t-1$.

A determinação do número de vetores de cointegração segue o procedimento de Johansen, a partir de dois testes que analisam o posto da matriz. São o teste do traço e o teste do máximo autovalor. Estes modelos serão estimados com a ajuda do *Software* EViews 5.0.

Após a estimação do modelo autorregressivo e da identificação das relações de longo prazo entre as variáveis, bem como o mecanismo de correção de erros no curto prazo, estima-se a razão ótima de hedge via matriz de variância e covariância dos resíduos do modelo. Esta matriz é dada por:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_p^2 & \sigma_{pf} \\ \sigma_{fp} & \sigma_f^2 \end{bmatrix}$$

em que σ_p^2 é a variância dos retornos da posição à vista, σ_f^2 é a variância dos retornos dos contratos futuros e $\sigma_{pf} = \sigma_{fp}$ representa a covariância entre as séries.

A razão ótima de hedge (h^*), de acordo com Müller é dada pela equação (3).

$$h^* = \frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f^2} \quad (3)$$

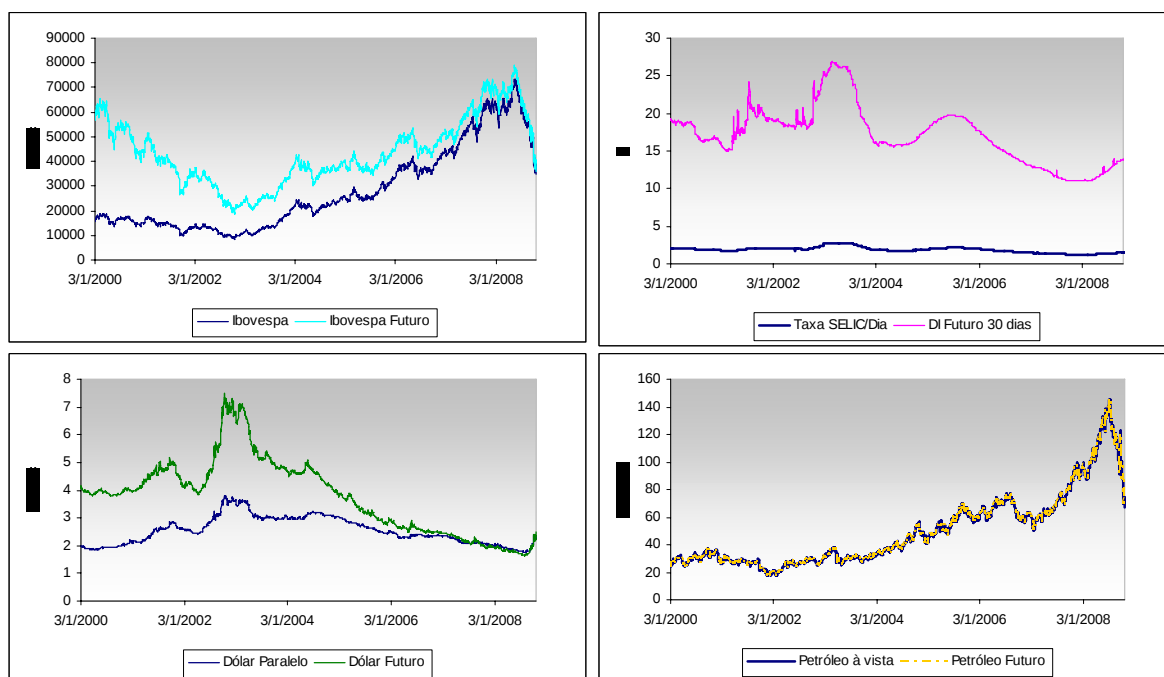
Por fim, a efetividade do hedge foi medida pela obtenção da diferença da variância dos modelos sem e com hedge, e este no seu nível ótimo, podendo ser calculada pela equação (4).

$$e = \left(1 - \frac{\sigma_{h^*}^2}{\sigma_p^2} \right) * 100 \quad (4)$$

em que e é a efetividade do hedge, em percentual; $\sigma_{h^*}^2$ é a variância da carteira diversificada a partir do hedge ótimo (h^*); e σ_p^2 é a variância da carteira sem contratos futuros, ou seja, da série de preços à vista.

4. Resultados

Para consecução do objetivo proposto de identificação do hedge ótimo e eficiência do hedge nos referidos mercados, as séries foram organizadas aos pares, com seus contratos à vista e respectivos futuros (Figura 2). As séries são apresentadas em nível e em todas elas nota-se alguma relação entre os preços à vista e futuro. Especialmente, cabe ressaltar a proximidade entre preços à vista e futuro do petróleo e a aparente distância entre a Taxa Selic e o contrato de DI Futuro 30 dias. Na verdade, isso se dá pela escala diferente entre as séries, uma cotada em dias e a outra no mês.



Fonte: Adaptado de Economática (2009) e EIA (2009).

Figura 2 – Séries em nível entre janeiro de 2000 e setembro de 2008 das variáveis Ibovespa e Ibovespa Futuro, Selic e DI Futuro, Dólar Paralelo e Dólar Futuro e Preço do Petróleo à vista e futuro.

A partir disso, o primeiro passo para a identificação da relação entre as variáveis é a observação da estacionariedade das séries. A Tabela 1 mostra o resultado do teste ADF para todas as variáveis. Nota-se que nenhuma das séries em nível é estacionária, não se podendo rejeitar a hipótese de elas possuírem uma raiz unitária. Entretanto, em primeira diferença, rejeita-se a hipótese nula de que as séries não são estacionárias, ou seja, todas elas são integradas de ordem um, $I(1)$.

Tabela 1 – Teste ADF de estacionariedade das séries em nível e primeira diferença

	<i>Estatística t</i>	<i>Prob.</i>	<i>Estatística t</i>	<i>Prob.</i>
	Ibovespa		Ibovespa Futuro	
Série em Nível	-0,96858	0,76620	-1,825262	0,36850
Série em Primeira Diferença	-35,47518	0,00000	-48,49134	0,00010
	Petróleo à vista		Petróleo Futuro	
Série em Nível	-1,13727	0,70300	-1,09963	0,71810
Série em Primeira Diferença	-36,62394	0,00000	-36,29898	0,00000
	Dólar Paralelo		Dólar Futuro	
Série em Nível	-1,31384	0,62520	-0,55845	0,87710
Série em Primeira Diferença	-49,49862	0,00010	-34,84197	0,00000
	Selic Dia		DI Futuro 30 dias	
Série em Nível	-1,25991	0,65010	-1,305662	0,62910
Série em Primeira Diferença	-7,38231	0,00000	-49,19609	0,00010
Valor crítico a 5% - modelo sem tendência e intercepto			-1,9410	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Como as séries não são estacionárias em nível, estimar o de hedge ótimo via modelo de regressão simples não seria correto. O mesmo modelo obtido pelo retorno das séries, estes sim, estacionários, poderia ser usado, mas levaria à perda de informações de longo prazo. Assim, a melhor alternativa é a modelagem via Vetores Autorregressivos e testes de cointegração. Tomando as variáveis de análise aos pares, são obtidos, via matriz de variância-covariância estimada, os níveis ótimos de hedge. Todos os modelos autorregressivos foram estimados observando-se os critérios de avaliação, tomando-se como referência aquelas especificações mais parcimoniosas. Para o par Índice Bovespa e Índice Bovespa Futuro, estimou-se um modelo VAR (5), enquanto para as variáveis de preços do petróleo à vista e futuro, obteve-se um VAR (1). Já para a combinação Selic e DI Futuro, o melhor modelo foi um VAR (2) e Dólar e Dólar futuro foi estimado a partir de um VAR (3). Todos estes modelos se mostraram estáveis e bem ajustados.

A partir deles, testou-se a cointegração pelos testes do traço e do máximo autovalor, conforme demonstrado na Tabela 2. Os testes são realizados com as variáveis dadas em uma defasagem a menos que o modelo estimado

anteriormente, já que suas propriedades estão incluídas na defasagem anterior do modelo em primeira diferença.

Tabela 2- Testes cointegração entre as variáveis Ibovespa e Ibovespa Futuro, Petróleo à vista e Petróleo Futuro, Selic e DI Futuro 30 dias e Dólar Paralelo e Dólar Futuro

<i>Número de equações de cointegração</i>	Teste do Traço		Teste do Máximo Autovalor	
	<i>Estatística</i>	<i>Prob.</i>	<i>Estatística</i>	<i>Prob.</i>
Ibovespa e Ibovespa Futuro				
Nenhuma *	16,58	0,0091	16,55	0,0053
No máximo 1 ¹	0,02	0,8981	0,02	0,8981
Petróleo à vista e Petróleo Futuro				
Nenhuma *	765,32	0,0000	759,93	0,0001
No máximo 1 ¹	5,39	0,5416	5,39	0,5416
Selic e DI Futuro 30 dias				
Nenhuma *	146,45	0,0000	143,67	0,0001
No máximo 1 ¹	2,78	0,9014	2,78	0,9014
Dólar e Dólar Futuro				
Nenhuma	11,25	0,8604	8,59	0,7663
No máximo 1 ²	2,67	0,9135	2,67	0,9135

Fonte: Resultados da pesquisa.

* Rejeita-se, a 5% de significância, a hipótese nula.

¹ Os testes indicam no máximo uma relação de cointegração

² Os testes indicam que não existem relações de cointegração

Apenas para o par Dólar Paralelo e Dólar Futuro não foi detectada a cointegração, ou seja, entre estas variáveis não existe equilíbrio de longo prazo observado. Este fato é interessante, pois dá suporte à teoria no que diz respeito à observação apenas da correlação entre as variáveis para se determinar o nível ótimo de hedge. Assim, existe uma elevada correlação entre Dólar e Dólar Futuro, na ordem de 0,73, o que ainda pode ser enfatizado pela Figura 1(b). Porém, não existe relação de longo prazo que assegure que os preços vão convergir para um mesmo movimento, o que restringe a eficiência do hedge. Deste modo, alta correlação não significa alta eficiência de hedge, o que não garante uma elevada performance de longo prazo, conforme já sugerido por Alexander (1999).

Para as demais variáveis, ambos os testes indicaram a existência de uma relação de cointegração, o que significa que existe uma combinação linear estacionária entre as séries e que elas se equilibram no longo prazo.

Este equilíbrio é dado pela equação de cointegração, que indica o sentido e magnitude da relação. Na Tabela 3 são indicados os vetores estimados para as variáveis cointegradas. Nota-se que elas estão normalizadas pela variável ligada ao mercado à vista e, para que se forme a equação de cointegração, os sinais dos coeficientes estimados devem ser invertidos. São dados também o erro padrão e a estatística t da estimativa. Para o par Ibovespa e Ibovespa Futuro, o parâmetro tendência não se mostrou significativo e foi retirado do modelo. O sinal indica que as variáveis e seus respectivos contratos futuros caminham no mesmo sentido para que o equilíbrio de longo prazo se concretize.

Tabela 3 – Vetores de cointegração entre as variáveis Ibovespa e Ibovespa Futuro, Petróleo à vista e Petróleo Futuro e Selic e DI Futuro 30 dias

Ibovespa	Ibovespa Futuro	
1	-1,025061	
<i>Erro padrão</i>	<i>-0,1037</i>	
<i>Estatística t</i>	<i>9,88</i>	
Petróleo	Petróleo Futuro	Tendência
1	-1,002393	1,52E-04
<i>Erro padrão</i>	<i>-0,00112</i>	<i>-4,80E-05</i>
<i>Estatística t</i>	<i>894,99</i>	<i>-3,17</i>
Selic	DI Futuro	Tendência
1	-0,101192	-2,17E-05
<i>Erro padrão</i>	<i>-0,0017</i>	<i>-1,00E-05</i>
<i>Estatística t</i>	<i>59,52</i>	<i>2,17</i>

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os contratos futuros do Petróleo e da taxa de juros têm impacto na mesma direção e de alta magnitude em relação aos contratos à vista. Assim, elevações de 10%, por exemplo, nos preços futuros do petróleo e da taxa DI, provocariam, para que o equilíbrio de longo prazo se mantivesse, elevações de 10,02% e

1,01% nos preços à vista do petróleo e da Selic, respectivamente. Os parâmetros, inclusive a tendência, foram significativos para estes modelos.

Observando-se, então, a relação de longo prazo entre os preços à vista e futuro, são obtidos, junto à matriz de variância e covariância, os níveis ótimos de hedge. Os valores estimados são obtidos a partir do modelo autorregressivo. Posteriormente, calcula-se a efetividade via redução da variância, sem e com a utilização dos contratos futuros, como indica a Equação (3). Na Tabela 4 são resumidos os resultados obtidos.

Tabela 4 – Hedge ótimo e efetividade do hedge a partir do Modelo de Vetores Autorregressivos e cointegração

	Hedge ótimo	Efetividade
<i>Ibovespa e Ibovespa Futuro</i>	92,82%	98,62%
<i>Petróleo e Petróleo Futuro</i>	94,57%	94,49%
<i>Selic e DI futuro 30 dias</i>	9,11%	17,29%
<i>Dólar Paralelo e Dólar Futuro</i>	32,21%	52,09%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados indicam elevado nível de participação de contratos futuros para obtenção do hedge ótimo no mercado acionário, dados pelo Ibovespa e seu contrato futuro negociado na BM&F e no mercado do petróleo, dados pelo preço do petróleo à vista, cotado nos EUA, e seu respectivo contrato futuro. Estas variáveis são cointegradas, têm um equilíbrio de longo prazo esperado e, dada a relação entre elas dentro do modelo estimado, espera-se que se faça um hedge com contratos futuros de 92,82% e 94,57% da carteira no mercado à vista de ações na Bovespa (dado pelo Ibovespa) e do preço do petróleo, respectivamente, para que se tenha a carteira de menor variância.

Isso significa, por exemplo, que, se determinado agente possui uma carteira de ações semelhante à carteira do Ibovespa, ele pode se proteger de oscilações de preços vendendo contratos futuros do Índice na BM&F, na proporção apresentada. Isso garante uma efetividade de proteção de 98,62%. Esta eficiência é reforçada pelo equilíbrio de longo prazo garantido pelo cointegração entre as séries.

Para o par Taxa Selic e DI Futuro 30 dias, apesar de as séries serem cointegradas, denotando o equilíbrio de longo prazo, devido à relação entre elas, os níveis de hedge ótimo e efetividade obtidos foram pequenos. Pouco menos de 10% da carteira à vista seria a participação dos contratos futuros, com uma eficiência de 17,29% da proteção. Este resultado é esperado devido à baixa volatilidade da Taxa Selic, que, para o Brasil, em muitos estudos, é considerada taxa livre de risco. Assim, seria menor a necessidade proteção para ativos com estas características ou atrelados à Taxa Selic, o que é comprovado pelo estudo.

Por fim, mesmo não sendo observada a cointegração entre os preços à vista e futuro do Dólar, estimou-se o hedge ótimo com dólar futuro ao nível de 32,21% da carteira à vista, com uma efetividade de 52,09%. Entretanto, essa eficiência é prejudicada pela ausência de relação de longo prazo, mas ainda assim pode ser utilizada para direcionar posições no mercado à vista e futuro.

5. Considerações Finais

É interesse dos agentes econômicos reduzir ao máximo a incerteza de seu negócio, tanto no ambiente produtivo quanto no financeiro. Os instrumentos derivativos surgiram com esse intuito, gerando possibilidade de eliminação do risco de oscilação dos preços.

Tem-se buscado identificar o nível ótimo de hedge com contratos futuros que agentes com posições à vista devem usar, de modo a minimizar a variabilidade de sua posição ou de sua carteira e, conseqüentemente, observar a eficiência que esta proteção gera.

Este trabalho buscou averiguar o nível de hedge ótimo e a efetividade para os mercados de ações, taxa de juros e câmbio no Brasil e do petróleo nos EUA por meio da estimação de modelos Vetoriais Autorregressivos (VAR).

Os resultados indicaram elevado percentual de utilização de contratos futuros do Ibovespa e do Petróleo nas posições à vista dos agentes. Este resultado está atrelado à forte relação entre as variáveis à vista e no mercado futuro, bem como na intensa relação entre esses mercados.

Por sua vez, para o mercado de títulos públicos brasileiros, pesquisado por meio da Taxa Selic, a utilização de contratos futuros de juros negociados pela BM&F para reduzir a variância da série à vista se mostrou com pouca efetividade e com pequena participação dos contratos futuros, apesar de as séries serem cointegradas e possuírem uma forte relação positiva de longo prazo.

O resultado mais surpreendente, entretanto, foi a ausência de relações de longo prazo entre as séries de Dólar Paralelo e Dólar Futuro, o que reduz a eficiência do hedge. Este fato pode ser explicado pela forte influência de variáveis macroeconômicas brasileiras e internacionais na formação das expectativas de preço da moeda americana.

De qualquer modo, os agentes com posições à vista nos diversos mercados, bem como os gestores de carteiras de investimento, que administram portfólios com variados tipos de títulos, podem se atentar para as oportunidades de redução de risco via utilização de contratos futuros.

6. Referências Bibliográficas

ALEXANDER, C. Optimal hedging using cointegration. **Philosophical Transactions**. The Royal Society, v. 357, p. 2039-2058, 1999.

BAIMA, F.R. **Avaliação de desempenho dos investimentos dos fundos de pensão no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1998.

BOLLERSLEV, T. Modeling the coherence in short-run nominal exchange rates: a multivariate generalized ARCH model. **The Review of Economics and Statistics**, v. 72, n. 3, p. 498-505, 1990.

BOLLERSLEV, T.; ENGLE, R.F.; WOOLDRIDGE, J.M. A capital asset pricing model with varying covariances. **Journal of Political Economy**, v. 96, n. 1, p. 116-131, 1988.

BYSTROM, H.N.E. The Hedging Performance of Electricity Futures on the Nordic Power Exchange. **Applied Economics**, v. 1, p. 1-11, 2003.

CASILLO, A. **Model specification for the estimation of the optimal hedge ratio with stock index futures**: an application to the italian derivatives market. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.96.3724&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: set. 2009.

COPELAND, L.; ZHU, Y. **Hedging Effectiveness in the Index Futures Market**. Cardiff Business School - Investment Management Research Unit. Working Paper Series, E2006/10. Disponível em: <http://www.cardiff.ac.uk/carbs/econ/workingpapers/papers/E2006_10.pdf> fev. 2006. Acesso em set. 2009.

DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, v.74, n.366, p. 427-431, 1979.

DOWN, K. **An introduction to Market Risk Measurement**. John Wiley & Sons, Ltd, 2002. 284p.

DUARTE JÚNIOR, A. M. Hedge Ótimo de carteiras de opções no Brasil. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, v.1, n.1, p. 9-20, janeiro a abril de 2009.

EDERINGTON, L.H. The hedging performance of new futures markets. **The Journal of Finance**, v. 34, n. 1, p. 157-170, 1979.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley and Sons, 1995. 433p.

ENGLE, R.F.; KRONER, F.K. Multivariate simultaneous generalized ARCH. **Econometric Theory**, v. 11, p. 122-150, 1995.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION U.S. - EIA. **Prices**. Disponível em: <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm>. Acesso em 02 de jun. 2009.

FAN, R.; GUPTA, A.; RITCHKEN, P. Hedging in the Possible Presence of Unspanned Stochastic Volatility: Evidence from Swaption Markets. **The Journal of Finance**, v. LVIII, n. 5, out. 2003.

GONÇALVES, D. F.; FRANCISCHINI, A.A.; ALVES, A.F.; PARRÉ, J. L. Co-Integração, Causalidade e Efetividade do Hedge para Preços do Contrato de Boi Gordo para Noroeste do Paraná. **Informe Gepec**, v. 12, n. 1, jan./jun. 2008.

JIN, Y.; JORION, P. Firm Value and Hedging: Evidence from U.S. Oil and Gas Producers. **The Journal of Finance**, v. LXI, n. 2, abr. 2006.

JOHNSON, L.L. The theory of hedging and speculation in commodity futures. **Review of Economics Studies**, v. 27, p. 139-151, 1960.

- LIEN, D. Cointegration and the optimal hedge ratio: the general case. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 44, p. 654–658, 2004.
- LIEN, D. D.; TSE, Y. K. Some Recent Developments in Futures Hedging. **Journal of Economic Surveys**, v. 16, n. 3, p. 357-396, jul. 2002.
- LIEN, D. D.; YANG, L. Hedging with Chinese Metal Futures. **Global Finance Journal**, v.19, p.123–138, 2008.
- LÜTKEPOHL, H. **New Introduction to Multiple Time Series Analysis**. Springer, 2006. 764p.
- MARKOWITZ, H. M. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, Mar. 1952.
- MORETTIN, P. A. **Econometria Financeira: um curso em séries temporais financeiras**. Departamento de Estatística do IME – USP. 2004. 282p.
- MULLER, C. A. S.; **Análise da Efetividade das Estratégias Estáticas e Dinâmicas de Hedge para o Mercado Brasileiro de Café Arábica**. 2007. 132f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MYERS, R.J.; THOMPSON, S.R. Generalized optimal hedge ratio estimation. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 60, p. 858-867, 1989.
- NOGUEIRA, F. T. P.; AGUIAR, D. R. D. de; LIMA, J. E. de. Resenha BM&F nº 150 **Efetividade do hedge no mercado brasileiro de café arábica**. Disponível em <<http://www.bmf.com.br>>. Acesso em: 17/07/2004.
- PATTARIN, F.; FERRETTI, R. **The Mib30 Index and Futures Relationship: Econometric Analysis and Implications for Hedging**. EFMA 2004 Basel Meetings Paper. Out. 2003. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=458842>>. Acesso em: set. 2009.
- ROSSI, E.; ZUCCA, C. Hedging Interest Rate Risk with Multivariate GARCH. **Applied Financial Economics**, v. 12, p. 241-251, 2002.
- SILVA, A.R.; AGUIAR, D.R.; LIMA J.E. Hedge com contratos futuros no complexo soja brasileiro:BM&F vs CBOT. **Revista de Economia e Sociologia Rural** Vol 31 nº.2 Abr/jun 2003.
- STEIN, J.L. The simultaneous determination of spot and futures prices. **American Economic Review**, v. 51, p. 1012-1025, 1961.

YUN, W-C. Selective hedging strategies for oil stockpiling. **Energy Policy**, v. 34, p. 3495-3504, 2006.

ARTIGO IV - Utilização de contratos futuros do Ibovespa em carteiras de Fundos de Pensão no Brasil: uma abordagem setorial

1. Introdução

As Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) ou simplesmente Fundos de Pensão vêm se destacando no cenário nacional e mundial. São instituições de previdência complementar que acumulam e capitalizam os recursos de seus participantes a fim de lhes possibilitar melhores condições na época de sua aposentadoria.

Têm relevância no aspecto econômico por serem fontes de poupança interna e por direcionarem boa parte destes recursos ao setor produtivo, via mercado financeiro. Os Fundos de Pensão brasileiros, por exemplo, possuíam, segundo a ABRAPP (2010), aproximadamente R\$ 470 milhões no final de 2009.

Estas instituições possibilitam também, indiretamente, o acesso de indivíduos a investimentos que antes eram distantes, especialmente àqueles pertencentes ao mercado de ações, e outros ativos, normalmente com elevada rentabilidade, porém que requerem um mínimo de experiência e conhecimento para serem adquiridos. Isso se dá pela formação da carteira consolidada do Fundo de Pensão com a utilização de ativos de diversas origens (Renda Fixa, Renda Variável etc.).

Dados seus fins, para o alcance dos objetivos das EFPC, um eficaz gerenciamento dos ativos é essencial. Ferson e Khang (2002) sugerem medidas de avaliação para Fundos de Pensão baseadas nos pesos dos ativos na carteira de investimento. Gomides (2004) define o “problema de um fundo de pensão” como sendo encontrar a carteira que ofereça a menor volatilidade do fator de solvência, ou seja, a carteira que reduz a possibilidade de insolvência do fundo. De acordo com Rieche (2005), o domínio das melhores técnicas de gestão de riscos está entre os fatores críticos de sucesso para garantir um plano de aposentadoria equilibrado.

Fombellida e Zapatero (2008) e Cairns (1995) afirmam que, nos Fundos de Pensão, as estratégias de alocação de ativos também podem reduzir a

incerteza. Hest e Waegenare (2007) buscam, baseados na relação entre as disponibilidades e obrigações dos fundos, determinar uma estratégia ótima de alocação de ativos, e Yu et al. (2007) estudam como a introdução de novos ativos pode melhorar o desempenho de portfólios. Ou seja, o processo de diversificação é relevante e obrigatório para estas instituições, inclusive em termos legais. Uma diversificação direcionada pode reduzir o risco de determinado portfólio. Este é o papel do *hedge*. Alguns trabalhos, como Henn (1996), Dunder (1998) e Costa (2008) analisam a viabilidade da utilização de contratos futuros para este fim.

A verificação da relação entre os ativos da carteira com o derivativo utilizado para o hedge é instrumento importante para a identificação da eficiência do hedge, entretanto pouco se tem discutido na literatura sobre este aspecto.

Por outro lado, o mercado de ações no Brasil é avaliado, normalmente, pela evolução dos índices de ações, especialmente o Índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa). Muitos fundos de pensão também utilizam este indicador como *benchmarking* para seus investimentos em Renda Variável. Carteiras atreladas ao Ibovespa podem, por exemplo, buscar proteção com contratos futuros do Ibovespa, derivativo financeiro ligado ao índice da bolsa.

Neste caso, é importante pesquisar se a utilização de contratos futuros do Ibovespa pode favorecer a relação retorno e risco das EFPC no Brasil. Além disso, se um processo direcionado de hedge com Ibovespa Futuro, atrelado aos setores econômicos que abrangem os investimentos destas instituições pode gerar benefícios ao processo de gerenciamento do portfólio.

Deste modo, o objetivo deste artigo é analisar o risco das carteiras dos Fundos de Pensão com e sem contratos futuros do Ibovespa e avaliar os ganhos ou perdas obtidos na relação retorno/risco pela abordagem setorial.

2- Risco e Teoria do Portfólio

Toda vez que a situação de incerteza passa a ser quantificada por meio de uma distribuição de probabilidades dos resultados previstos, diz-se que a decisão está sendo tomada sob uma situação de risco (ASSAF NETO, 2003a). Jorion (2003) afirma que o risco é a incerteza diante dos resultados, compreendida em

forma de probabilidades. O risco, na ótica financeira, é a possibilidade de perdas imprevistas devidas às variáveis envolvidas ou a fatores de risco (DOWD, 2002).

O risco tem um aspecto multidimensional, ou seja, as origens dos fatores de risco podem ser diversas. Existem, por exemplo, o risco de mercado, o risco de crédito, o risco operacional e o risco legal.

Dowd (2002) afirma que a grande instabilidade do ambiente econômico fez crescer o interesse pelo risco no contexto financeiro. Esta instabilidade é reflexo de vários fatores, tais como volatilidade do mercado de ações, volatilidade das taxas de câmbio, volatilidade das taxas de juros e volatilidade do mercado de *commotities*.¹

Para Poon (2005), volatilidade está relacionada, porém não é o mesmo que o risco. Este diz respeito a resultados não desejados, enquanto aquela trata a incerteza incluindo a possibilidade de resultados positivos. Deste modo, as medidas de volatilidade são usadas como *proxy* para o acompanhamento do risco.

O risco de mercado é o que se associa à volatilidade dos preços dos títulos negociados. Segundo Duarte Júnior (2001), para entender e medir possíveis perdas causadas por flutuações do mercado, é importante identificar e quantificar o mais corretamente possível as volatilidades e correlações dos fatores que impactam a dinâmica do preço do ativo.

De acordo com Chaim (2007), o gerenciamento de risco é um processo formal em que os fatores de risco em um contexto particular são sistematicamente identificados, analisados, avaliados, listados e tratados.

O marco fundamental para o desenvolvimento dos estudos sobre risco de mercado e que direcionou diversos trabalhos a partir da década de 50 foi a publicação do artigo Seleção de Carteiras ("*Portfolio selection*") de Markowitz (1952).

A grande inovação deste artigo consistiu em relacionar o retorno e o risco de cada carteira de títulos, considerando um infinito número de combinações

¹ Para detalhes, ver também Duarte Júnior (2005).

possíveis que poderiam compor uma carteira e, a partir daí, traçar a curva do conjunto das combinações eficientes desta (BAIMA, 1998).

Neste sentido, verifica-se que, pela diversificação da carteira, pode-se obter redução do risco. Como foi observado, o risco de um investimento é o somatório dos riscos sistemáticos (ou não-diversificáveis) e não-sistemáticos (ou diversificáveis). O princípio da diversificação mostra que a distribuição de aplicações por muitos ativos eliminará parte do risco de investimento, ou seja, aquela parte que se refere ao risco não-sistemático pode ser minimizada com a utilização de ativos que se correlacionam de forma inversa.

De acordo com Alexander e Francis (1986), alguns pressupostos são assumidos para o desenvolvimento da Teoria do Portfólio:

- Os investidores buscam maximizar suas utilidades esperadas;
- Os investidores são avessos ao risco;
- Os investidores escolherão suas carteiras ótimas com base no retorno e risco esperados;
- Os mercados são perfeitos;
- Os investidores são tomadores de preços; e
- A soma das participações de cada ativo na carteira deve ser igual a 1.

O retorno esperado do portfólio é obtido pela média ponderada dos retornos de cada ativo que compõe a carteira. Deste modo, tem-se:

$$E(R_p) = w_1R_1 + w_2R_2 + \dots + w_NR_N = \sum_{i=1}^N w_iR_i \quad (1)$$

em que $E(R_p)$, retorno esperado da carteira; $R_1, R_2, \dots, R_N$, retorno de cada um dos ativos da carteira; e $w_1, w_2, \dots, w_N$, participação (ou peso) de cada ativo na carteira.

Por sua vez, a possibilidade de redução do risco pela diversificação se dá, justamente, porque o risco do portfólio, medido pelo desvio-padrão, não representa a simples média ponderada dos desvios dos ativos individuais. A

variabilidade da carteira depende da correlação (ou, alternativamente, da covariância) entre o retorno dos ativos. Assim:

$$Var(R_p) = \sum_{j=1}^N Var(R_j)w_j^2 + \sum_{j=1}^N \sum_{\substack{k=1 \\ j \neq k}}^N w_j w_k Cov(R_j, R_k) \quad (2)$$

em que $Var(R_p)$ é a variância do retorno da carteira; w_j , participação de cada ativo na carteira; $Var(R_j)$ é a variância dos retornos de cada ativo da carteira; e $Cov(R_j, R_k)$ indica a covariância entre os retornos dos ativos da carteira.

O risco do portfólio, entretanto, não se reduz indefinidamente com o aumento de ativos. Como observam Esch et al. (2005), existe um limite para a queda dos níveis de risco, devido aos efeitos decrescentes do aumento de títulos sobre a covariância.

O modelo de Markowitz (1952) busca, portanto, obter a resposta para o seguinte problema:

$$\text{Minimizar} \quad Var(R_p) = \sum_{j=1}^N Var(R_j)w_j^2 + \sum_{j=1}^N \sum_{\substack{k=1 \\ j \neq k}}^N w_j w_k Cov(R_j, R_k)$$

$$\text{Sujeito a} \quad E(R_p) = w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_N R_N = \sum_{i=1}^N w_i R_i = \overline{R_p}$$

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1$$

$$w_i \geq 0, i = 1, \dots, N, k \neq j$$

ou, alternativamente:

$$\text{Maximizar} \quad E(R_p) = w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_N R_N = \sum_{i=1}^N w_i R_i$$

$$\text{Sujeito a} \quad Var(R_p) = \sum_{j=1}^N Var(R_j)w_j^2 + \sum_{j=1}^N \sum_{\substack{k=1 \\ j \neq k}}^N w_j w_k Cov(R_j, R_k) = \overline{Var(R_p)}$$

A Função Lagrangiana, de acordo com Esch et al. (2005), para solucionar o primeiro problema pode ser escrita da seguinte forma:

$$L(w_1 \dots w_N; m_1, m_2) = \sum_{j=1}^N Var(R_j) w_j^2 + \sum_{j=1}^N \sum_{\substack{k=1 \\ j \neq k}}^N w_j w_k Cov(R_j, R_k) + m_1 \times \left(\sum_{i=1}^N w_i R_i - \overline{R_p} \right) + m_2 \times \left(\sum_{i=1}^N w_i - 1 \right)$$

Ou, quando se resume o termo do risco:

$$L(w_1 \dots w_N; m_1, m_2) = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N w_j w_k \sigma_{R_j R_k} + m_1 \times \left(\sum_{i=1}^N w_i R_i - \overline{R_p} \right) + m_2 \times \left(\sum_{i=1}^N w_i - 1 \right) \quad (3)$$

em que m_1 e m_2 são os Multiplicadores de Lagrange para as restrições.

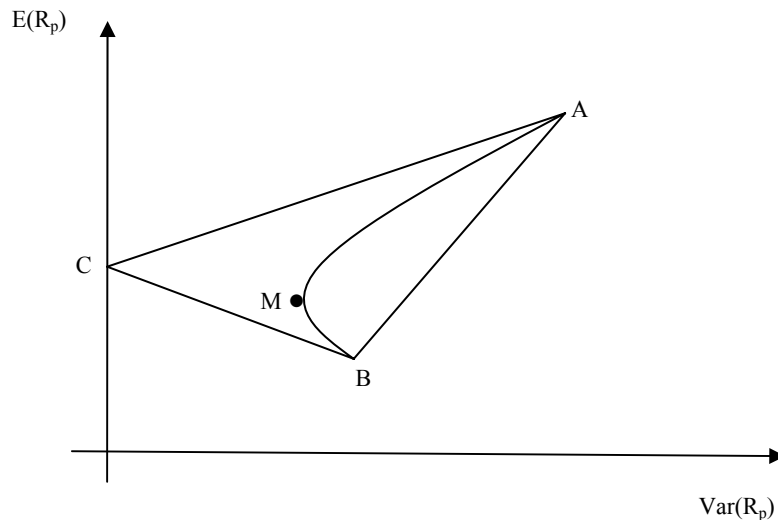
Pelo cálculo das derivadas parciais em relação aos pesos (w) e aos multiplicadores de Lagrange, obtém-se o seguinte sistema com “N+2” equações e “N+2” variáveis:

$$\begin{cases} L'w_k = 2 \sum_{j=1}^N w_j \sigma_{R_j R_k} + m_1 R_k + m_2 = 0 \\ L'm_1 = \sum_{i=1}^N w_i R_i - \overline{R_p} = 0 \\ L'm_2 = \sum_{i=1}^N w_i - 1 = 0 \end{cases}$$

A fronteira eficiente representa as combinações possíveis de ativos que permitirão a obtenção do risco mínimo dado um nível de retorno esperado. De acordo com Esch et al. (2005), o termo carteira eficiente é aplicado ao portfólio que seja incluído entre aqueles que não podem ser melhorados do ponto de vista da dualidade risco e retorno esperado.

Quando são tomados dois ativos, “A” e “B”, por exemplo, podem-se estabelecer as combinações possíveis a partir da observação da correlação (ρ) entre o retorno dos mesmos. A Figura 1 ilustra estes aspectos. O ativo “A” tem maior retorno esperado e maior risco. O investidor pode optar por este ativo apenas se posicionando no ponto A. Alternativamente, no ponto B, ele possui 100% de sua carteira neste ativo (“B”). Se a correlação entre os dois ativos for

perfeita e positiva ($\rho = 1$), tem-se que a diversificação se torna ineficiente e as combinações entre os dois ativos flutuam sobre a reta AB. Isto quer dizer que risco e retorno representam apenas a média ponderada pelo peso dos riscos e retornos dos respectivos ativos.



Fonte: Adaptado de Assaf Neto (2003a) e Esch et al. (2005).

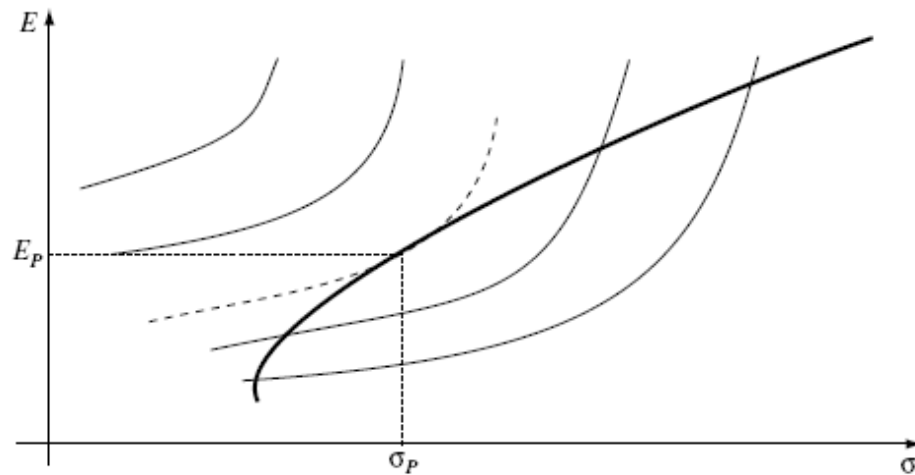
Figura 1 – Conjunto de combinações de dois ativos a partir de suas correlações e Fronteira Eficiente.

Considerando a correlação perfeita e negativa ($\rho = -1$) entre os retornos, na medida em que o investidor insere em sua carteira o ativo “B” (ou, alternativamente, “A”) ele caminha do ponto A para o ponto C (ou do ponto B para o C). Essa combinação “C” representa um arranjo teórico cujo retorno é a média ponderada do retorno dos ativos “A” e “B” e o risco é 0.

Entretanto, na maioria dos casos, a correlação entre os retornos dos ativos não é perfeita, ou seja, $-1 < \rho < 1$. Neste caso, a diversificação da carteira é traçada pela curva AMB. O ponto M é o de menor risco, e a curva MA domina os demais pontos até B, pois o indivíduo racional sempre irá preferir o ativo de menor risco para um dado nível de retorno. Deste modo, a curva MA representa a fronteira eficiente.

Para Platen (2006), a aversão ao risco de um investidor em um dado momento determina a volatilidade de sua carteira ótima. Assim, o ponto da

Fronteira Eficiente a ser escolhido depende da função de utilidade esperada e das percepções diante dos acontecimentos de cada investidor. Esta relação é feita a partir da obtenção das curvas de indiferença do investidor oriundas da Teoria da Utilidade Esperada. A Figura 2 indica que a escolha da combinação ótima de ativos se dá na tangência das curvas de indiferença com a fronteira eficiente.



Fonte: Esch et al. (2005).

Figura 2 – Seleção do portfólio ótimo.

Sharpe (1963) e Elton et al. (1976) propuseram inovações no modelo geral de Markowitz, buscando sua simplificação. Primeiramente, observaram os problemas relacionados à dificuldade de se estimar o modelo, devido ao fato de ser trabalhosa a obtenção da matriz de variância e covariância dos retornos dos ativos e complicada a geração da carteira ótima (relacionados aos custos e tempo alocados para solucionar um problema de programação matemática quadrática). Para tanto, introduzem os conceitos de ativos de referência e ativos livres de risco no tocante à otimização dos portfólios.

A partir de seu trabalho inicial, Sharpe (1964) desenvolveu o Modelo de Precificação de Ativos, conhecido como “*Capital Asset Pricing Model*” ou simplesmente CAPM, que, entre outras novidades, apura o coeficiente beta, medida que indica a taxa de aumento exigido no retorno de um ativo capaz de remunerar, satisfatoriamente, o seu risco sistemático obtido. Jorion (2003) afirma

que o coeficiente beta mede a contribuição de um ativo ao risco total de uma carteira.

Mais tarde, para fomentar uma análise realista no processo de decisão, Sharpe (1966) buscou calcular o retorno obtido por unidade de risco assumida, com base em um ativo considerado “livre” de risco. Formalmente, esta relação é alcançada pelo Índice de Sharpe (IS), como denota a equação (4).

$$IS = \frac{E(R_p) - R_F}{\sigma_{R_p}} \quad (4)$$

em que $E(R_p)$ é a expectativa do retorno de uma carteira p constituída por ativos de risco; R_F , taxa de retorno de ativos livres de risco; e σ_{R_p} , o desvio padrão (risco) da carteira p .

Quando o índice é positivo e maior que a unidade significa que o ganho do investidor é proporcionalmente maior que o risco assumido, um índice positivo entre zero e um significa que, mesmo havendo um ganho, ele foi proporcionalmente inferior ao risco; e um índice negativo mostra que houve perda em relação ao risco assumido.

3. Metodologia

3.1. Determinação do risco de mercado

Devido à importância do risco no que se refere ao processo de tomada de decisão, em especial quando se observam os investimentos no mercado financeiro, as últimas décadas foram caracterizadas por um intenso desenvolvimento das técnicas relacionadas à sua mensuração. Ainda não há padronização neste sentido, tampouco uma medida universal. De acordo com os objetivos do gerente de risco e da relação custo/benefício observada por ele, o risco pode ser acompanhado de diversas maneiras.

Este acompanhamento visa, antes de tudo, a gerar ferramentas para minimização do risco esperado e a buscar condições de previsibilidade mais

reais. Para Assaf Neto (2003a), a estatística é o método científico que permite que seus usuários tomem as melhores decisões em condições de incerteza. A forma mais tradicional de medir o risco² é através de medidas de dispersão das séries de uma variável, ou seja, uma análise histórica identifica o quanto o retorno em uma data se distancia da média esperada. Em outras palavras, o desvio padrão representa o risco.

Gujarati (2000) e Pereira (2003), entretanto, alertam para as peculiaridades das séries financeiras que tornam a utilização do desvio padrão pouco robusta. Para eles, é comum que haja, nestas séries, correlação da dispersão entre os períodos. Assim, a volatilidade de um período influenciaria a de outro. Além disso, de acordo com Bali e Theodossiou (2007), existem evidências empíricas de que a distribuição de retornos financeiros está enviesada tipicamente à esquerda, está repicada em torno da média (leptocúrtica) e tem as caudas gordas. Como o problema da incerteza surge com a probabilidade de a dispersão ocorrer em valores abaixo da média esperada, a modelagem desta volatilidade se torna necessária.

Muito avanço tem sido verificado no estudo, monitoramento, controle e gerenciamento dos riscos nos últimos anos, tendo o destaque ficado por conta do *Value-at-risk*, ou Valor em Risco (VaR³), metodologia criada pelo J. P. Morgan em 1995 para sintetizar a exposição ao risco de mercado das instituições, que foi adotada como referência no âmbito do Acordo da Basileia (GOMIDES, 2004).

De acordo com Riskmetrics (1999), o *Value-at-Risk* (VaR) é definido como a pior perda esperada em um determinado nível de confiança por um certo período de tempo. Linsmeier e Person (1996) explicam que perdas maiores que o VaR acontecem somente com uma pequena probabilidade especificada. Para estes autores, o VaR é uma forma simples de descrever a magnitude da provável perda de um portfólio.

² Em Poon e Granger (2003) encontra-se uma excelente revisão das técnicas de medição e previsão da volatilidade estudadas até então.

³ Não confundir *Value-at-risk* (VaR), com o Vetor Autorregressivo (VAR). Ambos serão utilizados no escopo deste trabalho.

Para Dowd (1998), o VaR provê uma medida agregativa do risco gerado por diferentes posições e fatores de risco. Silva Neto (2000) afirma que uma das vantagens do VaR é sua versatilidade.

Para Bignoto (2002), o VaR pode ser entendido formalmente como um valor crítico, estabelecido em uma distribuição de retornos esperados para um portfólio de ativos financeiros no qual não se espera ser igualado ou superado com uma determinada probabilidade crítica em um período de tempo tomado como base, ou seja, a estimativa VaR procura capturar os eventos que ocorrem nas extremidades das caudas das distribuições de retorno dos portfólios.

Segundo Dowd (1998), define-se genericamente o Valor em Risco (*VaR*) de uma carteira de valor R , como:

$$\text{Prob}[R \leq VaR] = c \quad (5)$$

em que R indica o retorno do ativo ou do portfólio e c representa o nível de significância do teste, ou seja, a probabilidade de o retorno ocorrer abaixo da perda mínima esperada.

Gomides (2004) tem a percepção de que o VaR não deve ser uma ferramenta isolada dentro do instrumental utilizado na gestão do risco de mercado. Dentro do contexto de longo prazo de um fundo de pensão, por exemplo, esta medida, analisada isoladamente, sofre de algumas limitações (como sua natureza voltada para o curto prazo).

Além disso, embora as medidas do VaR constituam um avanço significativo em relação às medidas mais tradicionais baseados principalmente em sensibilidades de variáveis do mercado, seus cálculos podem, muitas vezes, ser uma tarefa complexa no caso das carteiras expostas a riscos associados com diferentes operações (BALI e THEODOSSIOU, 2007). De acordo com Glasserman et al. (2002), a dificuldade de estimar esses tipos de risco reside, essencialmente, nas formas de estimar os ganhos e perdas da distribuição própria de probabilidades, sobretudo na cauda da distribuição associada com grandes perdas.

Entretanto, no que tange ao desenvolvimento deste trabalho, podem-se observar inúmeras vantagens da utilização do VaR como ferramenta de averiguação das possibilidades de *hedge* em carteiras de investimento. Para tanto, o aperfeiçoamento de sua medida é fundamental. Para Jorion (2003), o VaR pode ser obtido por modelos paramétricos e não paramétricos⁴. Silva Neto (2000) explica que a diferença básica consiste no fato de que, no modelo paramétrico ou analítico, calcula-se o risco isoladamente de cada ativo, pressupondo determinada distribuição de probabilidade (normal ou log-normal), e, posteriormente, constrói-se a volatilidade da carteira com base nas correlações entre esses ativos. Já no modelo não-paramétrico ou de simulação não se pressupõe, obrigatoriamente, determinada distribuição, e os ativos são tratados em bloco.

Apesar de diversos trabalhos, com sucesso, terem obtido o VaR a partir do modelo paramétrico, ou Delta Normal, de acordo com Costa (2005), considerando as distribuições financeiras com características originalmente assimétricas ou com problemas de curtose, são recomendados os modelos não-paramétricos, como os de simulação histórica, de simulação de Monte Carlo ou modelos de Variância Condicional (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity - Família ARCH).

Para Alexander (2001), as séries financeiras mostram uma volatilidade concentrada em determinados períodos, o que denota um processo de interdependência da volatilidade⁵, ou seja, ela é autocorrelacionada. Para capturar isto, Poon e Granger (2003) indicam a importância e sofisticação dos modelos de volatilidade condicional. Füss et al. (2007), Costa (2005) e Mol (2003) também desenvolvem seus trabalhos obtendo o VaR através dos Modelos de Volatilidade Condicional.

⁴ Para um aprofundamento destas técnicas, ver Mol (2003), Dowd (1998) e Costa (2005).

⁵ Nestes casos, diz-se que o processo é heteroscedástico, fugindo do caso clássico dos estudos econométricos de séries temporais de que as variáveis são homoscedásticas, ou seja, têm variância constante e não correlacionadas no tempo.

3.1.1. Modelos de volatilidade condicional

A partir do desenvolvimento dos modelos lineares de séries temporais, propostos inicialmente por Box e Jenkins (1976), puderam ser estudadas as diversas características das séries, como tendência, sazonalidade e volatilidade. Neste sentido, com a observação da autocorrelação nos erros gerados pelos processos autorregressivos e de média móvel (ARMA⁶), buscaram-se as formas de modelá-los.

Engle (1982), com este intuito, propôs o modelo autorregressivo de heteroscedasticidade condicional (ARCH), no qual o erro gerado pelo modelo autor-regressivo da série influenciaria o processo de volatilidade. Bollerslev (1986), por sua vez, buscando uma forma mais parcimoniosa, propôs um modelo cuja variância se correlacionava com os erros e com ela própria. Este modelo ficou conhecido como “*Generalized ARCH*”, ou simplesmente, GARCH (q, p), e pode ser expresso pela equação (6).

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (6)$$

em que σ^2 é variância condicional; ω, α_i e β_i são parâmetros do modelo; ε^2 , quadrado dos resíduos ou choque acerca da volatilidade; t , período; e p e q são os números de *lags* a serem considerados.

Em relação à equação (6), Mol (2003) explica que a persistência de choques na volatilidade da série de retorno gerada por um ativo é medida pela soma de α e β , em cada *lag*. Quanto mais próxima de um, maior o efeito daquele erro em períodos subsequentes.

Outras variações do modelo buscam captar as peculiaridades das séries financeiras. Zakoian (1994), por exemplo, buscando modelar a diferença entre os choques de alta e baixa, ou seja, buscando identificar a existência de assimetria na série, propôs o modelo *Threshold Autoregressive Conditional*

⁶ Para detalhes sobre estes modelos, ver Morettin e Toloi (2006).

Heteroskedasticity (TARCH). Nelson (1991) ⁷ também inovou, considerando que os choques têm efeito exponencial e não quadrático, apresentando o modelo *Exponential GARCH* (EGARCH), que, de acordo com Alexander (2001), pode ser escrito conforme a equação (7):

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + g(z_{t-1}) + \beta \ln(\sigma_{t-1}^2) \quad (7)$$

em que $g(z_{t-1}) = \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$, β mede a persistência da volatilidade e $\gamma = 0$ indicaria ausência de assimetria.

3.2 Procedimentos metodológicos

Os Fundos de Pensão têm seus investimentos divididos em quatro grandes segmentos: Renda Fixa, Renda Variável, Imóveis e Operações com Participantes e existem limites para sua aplicação. No Brasil, as EFPC têm investido em média, entre 2001 e 2008, aproximadamente 60% de seus ativos em Renda Fixa e 30% em Renda Variável. As participações dos demais segmentos podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1- Distribuição média das aplicações da EFPC por segmento, entre 2001 e 2008

Segmento	Participação (%)
<i>Renda Fixa (RF)</i>	59,8%
<i>Renda Variável (RV)</i>	30,5%
<i>Imóveis</i>	4,6%
<i>Empréstimos e Financiamentos</i>	5,1%
Total	100,0%

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados de ABRAPP (2009).

⁷ Outras variações são possíveis, como IGARCH, AGARCH, NGARCH, FIGARCH. Para detalhes, ver Poon e Granger (2003) e Alexander (2001).

Da participação percentual média de cada segmento no total de investimentos dos fundos de pensão brasileiros, obteve-se a carteira teórica a ser usada como base para este estudo. Cada segmento da carteira teve seus rendimentos atrelados a uma *proxy*, ou *benchmarking*, comumente usados como meta estatutária nos fundos brasileiros, tendo em vista que o objetivo deste estudo não se aplica diretamente a um fundo de pensão, mas busca averiguar o desempenho médio da diversificação nestas instituições.

Especificamente, para o segmento de Renda Variável, com o intuito de atender à perspectiva da abordagem setorial prevista neste estudo, criou-se uma subdivisão, distribuindo os investimentos deste grupo em investimentos nos setores Financeiro, de Energia Elétrica, de Telecomunicações e Industrial. Estes três últimos foram estabelecidos como setores chave para se averiguar o nível de ganho em termos de diversificação a partir de uma abordagem setorial, devido à disponibilidade de um índice de ações específico para cada um deles.

Esta subdivisão foi realizada com base na distribuição média das aplicações das EFPC nos setores econômicos entre 2001 e 2008 (Tabela 2).

Tabela 2 – Participação média dos setores econômicos nos investimentos das EFPC entre 2001 e 2008

Setor Econômico	Participação Percentual (%)
<i>Financeiro</i>	50%
<i>Serviços⁸</i>	26%
<i>Industrial</i>	24%
Total	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados de ABRAPP (2009).

Assim, dos 30% da carteira teórica aplicados em Renda Variável, 15% estariam vinculados ao setor financeiro, 7% ao setor industrial, 4% ao setor elétrico e 4% ao setor de telecomunicações. Então, pela Tabela 3, pode-se notar o peso na carteira teórica e o indicador que corresponderá ao retorno de cada

⁸ Convencionou-se, por amor à parcimônia, que as aplicações no Setor de Serviços representariam apenas aplicações nos setores elétrico e de telecomunicações, com 13% de cada setor no total de aplicações das EFPC.

segmento. Estes indicadores *Proxy* foram estabelecidos pela relação que possuem com o segmento. Nos Fundos de Pensão, os segmentos “Imóveis” e “Empréstimos e Financiamentos” normalmente são comparados com uma meta atuarial (em geral, um índice de inflação somado a taxa de 6%a.a.), entretanto, por parcimônia, preferiu-se adotar nestes também a Taxa Selic como *Proxy*.

Tabela 3 – Carteira Teórica da pesquisa e Indicador *Proxy* dos retornos em cada segmento

Segmento	Participação (%)	Indicador <i>proxy</i>
<i>Renda Fixa</i>	60%	Taxa Selic
<i>RV – Financeiro</i> ¹	15%	Ibovespa
<i>RV – Industrial</i>	7%	Índice da Indústria (IND)
<i>RV – Energia Elétrica</i>	4%	Índice de Energia Elétrica (IEE)
<i>RV – Telecomunicações</i>	4%	Índice de Telecomunicações (ITEL)
<i>Imóveis</i>	5%	Taxa Selic
<i>Emprést. e Financ.</i>	5%	Taxa Selic
Total	100,0%	

¹O segmento “RV–Financeiro” incorpora, na verdade, todas aplicações em renda variável não compreendidas nos setores selecionados para análise.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para composição do retorno da carteira teórica, foram utilizados dados diários dos indicadores *Proxy*, entre janeiro de 2001 e setembro de 2008, ponderados pelos pesos dos investimentos em cada segmento. Escolheu-se este período pelo elevado número de observações (2.185), que torna mais robusto o modelo, sem, entretanto, adentrar a crise iniciada em meados de setembro de 2008, pois poderia trazer prejuízos ao mesmo. A única exceção é a série do Índice de Telecomunicações (ITEL) que começou a ser calculada em 2002 e por isso perfaz um número menor de observações.

A Taxa Selic, que serve de referência para os investimentos em Renda Fixa, Imóveis e Empréstimos e Financiamentos, já foi obtida em termos de retorno. Porém, os índices de ações têm suas séries dadas em pontos, por isso estabeleceram-se os retornos instantâneos de cada contrato ou parâmetro utilizado neste estudo, compostos continuamente, de acordo com a equação (8).

$$ret_{it} = \ln\left(\frac{P_{it}}{P_{it-1}}\right) \quad (8)$$

em que ret_{it} é o retorno instantâneo diário das séries de cada ativo i na data t e P , o valor diário original da série.

Para o cálculo dos níveis ótimos de hedge, entretanto, as séries podem ser utilizadas pelos seus valores originais, em nível.

A partir desta carteira teórica, foram estabelecidas três estratégias de hedge com contratos futuros do Ibovespa, que terão seus desempenhos comparados. O hedge, neste caso, visa a gerar proteção em relação às oscilações de preços dos ativos de renda variável, atrelados ao mercado acionário. A primeira é a estratégia sem hedge. Ela foi formada exatamente pelos pesos dos segmentos expostos na Tabela 3.

A segunda é uma carteira com hedge sem considerar as especificidades dos setores econômicos nos investimentos de renda variável, realizando a proteção de forma ampla, chamada Estratégia Geral. Essa estratégia inclui na carteira contratos futuros do Ibovespa no nível de hedge ótimo calculado a partir da relação entre as séries do Ibovespa e Ibovespa Futuro, exclusivamente. Assim, os 30% de Renda Variável seriam protegidos pelo mesmo nível de derivativos.

Por fim, a estratégia que toma por base o nível de proteção específica para cada setor, doravante Estratégia Setorial. Ela inclui na carteira a quantidade de contratos futuros que representam a melhor proteção para cada modalidade de Renda Variável, sugerindo um percentual de contratos futuros específico para os investimentos em Renda Variável dos setores Financeiro, Industrial, de Energia Elétrica e de Telecomunicações.

Estatisticamente, primeiramente deve-se testar a estacionariedade das séries das carteiras formadas por cada estratégia e da série de contratos futuros do Ibovespa. Para Enders (1995), a estacionariedade pode ser testada pela análise do correlograma da série temporal ou, de maneira mais formal, pelos testes de raiz unitária. Os primeiros a desenvolver esta técnica foram Dickey e Fuller (1979). Formalmente, será utilizado o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

O percentual de contratos futuros do Ibovespa utilizado em cada estratégia deve respeitar os limites estabelecidos por lei para os Fundos de Pensão. A Resolução 3.465/2007 regulamenta a utilização de derivativos para a proteção das carteiras destas instituições no Brasil. Segundo esta resolução, é permitida à EFPC a operação com derivativos exclusivamente na modalidade com “garantia”, com participação na carteira subordinada aos limites das posições à vista.

Dentro destes limites, as EFPC podem optar pelos níveis de proteção que desejam. Neste trabalho, o nível ótimo de hedge foi tratado pela relação entre as variáveis *proxy* e o contrato futuro do Ibovespa, sendo obtido pela análise da cointegração entre as séries, com base nos trabalhos de Alexander (1999), Pattarin e Ferretti (2003), Lien (2004), Casillo (2004) e Müller (2007), dentre outros, que utilizam, para cálculo dos níveis ótimos de hedge, os modelos Vetoriais Autorregressivos (VAR), a partir da hipótese de cointegração entre as séries. Alexander (1999) observa que a cointegração despontou como uma poderosa técnica para investigar tendência comum em séries temporais multivariadas e fornecer uma forma de modelar as dinâmicas de curto e longo prazo destes sistemas.

Para Enders (1995), a cointegração se refere às possíveis combinações lineares de séries não-estacionárias. Os métodos mais comuns para testar a cointegração entre séries são os de Engle e Granger (1987) e o de Johansen e Juselius (1990), conhecidos como procedimentos de Engle-Granger e Johansen, respectivamente.

A determinação do número de vetores de cointegração seguiu o procedimento de Johansen, a partir de dois testes que analisam o posto da matriz: o teste do traço e o teste do máximo autovalor.

Após a estimação do modelo autorregressivo e da identificação das relações de longo prazo entre as variáveis, bem como o mecanismo de correção de erros no curto prazo, estima-se a razão ótima de hedge via matriz de variância e covariância derivada do modelo. Esta matriz é dada por:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_p^2 & \sigma_{pf} \\ \sigma_{fp} & \sigma_f^2 \end{bmatrix}$$

em que σ_p^2 é a variância dos retornos da posição à vista, σ_f^2 é a variância dos retornos dos contratos futuros e $\sigma_{pf} = \sigma_{fp}$ representa a covariância entre as séries.

A razão ótima de hedge (h^*), de acordo com Müller (2007) é dada pela equação (9).

$$h^* = \frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f^2} \quad (9)$$

De posse dos níveis ótimos de hedge, as séries de retorno de cada estratégia puderam ser formadas e a partir daí foi calculado seu risco. Seguiu-se um caminho semelhante ao de Costa (2005). O risco foi medido pela técnica *Value-at-risk*. Considerando uma distribuição de volatilidades calculadas, pode-se obter o VaR para determinado intervalo de confiança pela sua Função de Distribuição de Probabilidade, chegando ao valor máximo do risco (ou volatilidade) para dado nível de significância. Neste trabalho, depois de ajustada a função de densidade, utilizou-se o intervalo de confiança de 95%.

A volatilidade foi obtida via modelos de variância condicional. Estes modelos são calculados após terem sido estimados os retornos das séries pelos modelos regressivos convencionais, conhecidos como Autorregressivos com Média Móvel (ARMA). De posse desse cálculo e verificando problemas de heteroscedasticidade nos erros originários da estimação (Teste Multiplicador de Lagrange⁹), eles são modelados até atingir o melhor ajuste. No caso de uma estimação da volatilidade condicional pelo processo GARCH (1,1), procede-se de acordo com a seguinte equação:

⁹ O Teste do Multiplicador de Lagrange, proposto por Engle (1982) e presente em grande parte dos *softwares* econométricos, visa a detectar a presença de heteroscedasticidade nos resíduos do modelo estimado.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (10)$$

em que σ^2 é a variância condicional ou volatilidade; $\alpha_0, \alpha_1, \beta_1$, os parâmetros do modelo econométrico; ε^2 , o quadrado dos resíduos ou choque acerca da volatilidade; e t , o período.

Para efeito de estimação desse tipo de processo, utiliza-se em geral o Método de Quase-Máxima Verossimilhança, tendo em vista que os erros são distribuídos normalmente. Além do nível de significância indicado pelo p-valor de cada variável, considerou-se também, para obtenção do modelo que tornava os resíduos mais robustos à heteroscedasticidade, a análise das seguintes estatísticas: Critério de Informação de Schwarz (SIC), Critério de Informação de Akaic (AIC) e Soma dos Quadrados dos Resíduos (SQR)¹⁰. Quanto menores os seus valores, melhor estimado estaria o modelo.

Por fim, o Índice de Sharpe Adaptado (ISA), proposto por Costa (2005), de acordo com a equação (11), captou os efeitos para o fundo de pensão deste processo de diversificação, estabelecendo a relação entre retorno e risco.

$$ISA_t = \frac{VaR_t}{ret_{port_t}} \quad (11)$$

em que VaR_t é o Valor em Risco da Estratégia t em termos percentuais e ret_{port_t} é o retorno médio da carteira t em termos percentuais.

Ele indica o nível percentual de risco para cada unidade de retorno obtida pelo portfólio, sendo, então, uma medida da eficiência da introdução de contratos futuros nas carteiras de investimento dos Fundos de Pensão brasileiros.

¹⁰ Para detalhes, consultar Lütkepohl e Krätzig (2004).

3.3. Fontes de dados e recursos computacionais

O Índice Bovespa (Ibovespa), os índices setoriais (IEE, ITEL e IND) e a série de contratos futuros do Ibovespa são calculados diariamente pela Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) e foram obtidos com o auxílio do Software Económica. A taxa Selic foi obtida no Banco Central do Brasil (BACEN, 2009). O trabalho não trata de um estudo de caso, tampouco fará referência a um ou outro Fundo de Pensão, deste modo, a utilização destes *benchmarks* para a construção da carteira teórica é fundamental.

A partir dos dados coletados, para desenvolver a análise econométrica utilizando os Modelos VAR, bem como para a estimação dos Modelos de Volatilidade Condicional, será utilizado o *Software EViews 5.0*. Para definição do *Value-at-risk* (VaR), em termos da distribuição de probabilidades da volatilidade estimada, usou-se o *Software BestFit*, versão 4.5.2.

4. Resultados e Discussão

Todas as séries utilizadas neste artigo não são estacionárias em nível e o são em primeira diferença. As séries de retorno das carteiras formadas para avaliação das estratégias de hedge também se mostraram estacionárias. Os resultados resumidos dos testes de estacionariedade se encontram no Apêndice 1.

O próximo passo foi averiguar a existência de cointegração entre as séries em que se busca efetuar o hedge. Neste sentido, foi testada a cointegração da série de contratos futuros do Ibovespa, que permitem o hedge, com as séries à vista do próprio Ibovespa e dos índices de ações setoriais, IEE, ITEL e IND. Para o teste, foi ajustado um modelo autorregressivo vetorial para o contrato futuro do Ibovespa e cada série de índice. Cada modelo teve seu número de defasagens identificado pelos critérios de informação, optando-se, quando havia divergência, pelo ajuste mais parcimonioso. Todos os pares foram melhor estimados pelo modelo VAR (1), que se apresentaram bem ajustados e estáveis. A partir destes modelos testou-se a existência de relações de cointegração pelos testes do traço e do máximo autovalor, utilizando-se as diversas variáveis determinísticas que os

testes permitem. Para todas as relações entre as variáveis, foi encontrada ao menos uma equação de cointegração, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos testes de cointegração entre a série do Ibovespa Futuro e as séries do Ibovespa, IEE, ITEL e IND

<i>Nº de equações de cointegração</i>	Teste do Traço			Teste do Máximo Autovalor		
	<i>Estatística</i>	<i>Valor Crítico</i>	<i>Prob.</i>	<i>Estatística</i>	<i>Valor Crítico</i>	<i>Prob.</i>
<i>Ibovespa e Ibovespa Futuro</i>						
Nenhuma *	16,58	12,32	0,0091	16,55	11,22	0,0053
No máximo 1 ¹	0,02	4,13	0,8981	0,02	4,13	0,8981
<i>IEE e Ibovespa Futuro</i>						
Nenhuma *	12,97	12,32	0,0388	12,93	11,22	0,0249
No máximo 1 ¹	0,04	4,13	0,8645	0,04	4,13	0,8645
<i>ITEL e Ibovespa Futuro</i>						
Nenhuma *	18,93	18,39	0,0421	15,68	17,15	0,0806
No máximo 1 ²	3,24	3,84	0,0716	3,24	3,84	0,0716
<i>IND e Ibovespa Futuro</i>						
Nenhuma *	32,62	20,26	0,0006	27,87	15,89	0,0004
No máximo 1 ¹	4,75	9,16	0,3116	4,75	9,16	0,3116

Fonte: Resultados da pesquisa.

* Rejeita-se, a 5% de significância, a hipótese nula.

¹ Os testes indicam que existe uma relação de cointegração

² O teste do traço indica que existe uma relação de cointegração e o teste do máximo autovalor sugere que não existe nenhuma.

Entre o Ibovespa e Ibovespa Futuro, IEE e Ibovespa Futuro e IND e Ibovespa Futuro, ambos os testes indicaram a presença de uma relação de cointegração. Entre ITEL e Ibovespa Futuro, o teste do traço indicou uma relação de cointegração, enquanto o teste do máximo autovalor não encontrou nenhuma. Isso mostra que, para todos os pares de séries, existe pelo menos uma relação entre as variáveis que equilibra o modelo no longo prazo.

Como o objetivo dos Fundos de Pensão é reduzir risco de suas carteiras para gerar retorno de longo prazo que possibilite o pagamento dos benefícios, este resultado sugere que o hedge pode ter sua eficiência aumentada, pois todas as séries à vista têm relação de longo prazo com o contrato futuro do Ibovespa, que representa o instrumento de hedge a ser avaliado neste artigo.

De posse destas informações, estimou-se o nível de hedge ótimo dos contratos futuros do Ibovespa, com os índices que representam a composição da carteira das EFPC, através da matriz de variância e covariância originárias dos modelos de cointegração, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 – Hedge ótimo entre Ibovespa Futuro e as séries do Ibovespa, do IEE, do IND e do ITEL

Hedge ótimo com contratos futuros do Ibovespa	
<i>Ibovespa</i>	92,83%
<i>Índice de Energia Elétrica</i>	76,82%
<i>Índice de Telecomunicações</i>	62,53%
<i>Índice Industrial</i>	62,34%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, o hedge ótimo de contratos futuros do Ibovespa para uma carteira semelhante ao Ibovespa é de aproximadamente de 93%, ou seja, dever-se-ia ter quase a mesma quantidade de contratos futuros e ações. Isso se explica pela elevada relação entre o índice Bovespa e o seu derivativo direto, o contrato futuro do próprio Ibovespa. Para os indicadores setoriais, IEE, ITEL e IND, o hedge ótimo com contrato futuro do Ibovespa foi de aproximadamente 76%, 62% e 62%, respectivamente.

Essa diferença acontece devido à composição da carteira do Ibovespa e dos índices setoriais, denotando que o hedge pode ter sua eficiência aumentada quando os ativos que compõem determinada carteira são tratados de forma isolada, ou seja, quando as especificidades da volatilidade do preço das ações de cada setor são levadas em conta pelo tomador de decisão.

Assim, dependendo da composição do portfólio de Renda Variável, o gestor do fundo poderia escolher quais contratos futuros e quais seus níveis deveria introduzir na carteira para redução do risco. Esse estudo restringe o teste apenas para o contrato futuro do Ibovespa, porém, outros derivativos podem ter o mesmo comportamento. Vale destacar que os indicadores setoriais de ações podem ser influenciados de forma diferente por variáveis macroeconômicas e

financeiras, o que sugere que cada conjunto de ações pode ser protegido por um derivativo diferente, por meio de níveis ótimos alternativos. Isso torna mais dinâmico o gerenciamento de risco de investimentos, essencial no caso dos Fundos de Pensão.

Puderam ser formadas, assim, as séries de retorno de cada estratégia utilizada neste estudo. A Estratégia sem hedge (Est1) segue a carteira teórica original, composta pela seguinte fórmula:

$$Est1 = 0,70Selic + 0,15Ibovespa + 0,07IND + 0,04IEE + 0,04ITEL$$

A Estratégia Geral (Est2) realiza o hedge de forma ampla. Assim, considerando os resultados do modelo de cointegração, a carteira seria acrescentada de 92,83 pontos de contratos futuros para cada 100 pontos de posição à vista, independentemente de sua origem. Como os contratos futuros entram no cálculo dos limites legais de investimento no mesmo segmento do ativo a que fazem proteção e como se deve manter uma posição à vista para cada contrato futuro aberto, optou-se por manter o mesmo nível total de Renda Variável, ou seja, 30% dos investimentos. Deste modo, dos 30% de aplicações, 14,44% são alocados para os derivativos, representando 92,83% de hedge, e o restante dividido, proporcionalmente, pelas modalidades de Renda Variável. A carteira desta estratégia possui, portanto, a seguinte composição:

$$Est2 = 0,70Selic + 0,0778Ibovespa + 0,0373IND + 0,0202IEE + 0,0202ITEL + 0,1444IbovFuturo$$

Por fim, a Estratégia Setorial (Est3) utiliza os níveis ótimos para cada modalidade separadamente. Por exemplo, possuindo investimentos em ações do setor de Energia Elétrica, o administrador do fundo deveria usar uma proteção de 76,82% de contratos futuros do Ibovespa do total de aplicações neste setor. Assim, como a carteira teórica tem originalmente 4% de ativos do setor de energia, e a proporção é mantida, a carteira protegida ficaria com 2,26% de ativos

do setor de Energia Elétrica e 1,73% de contratos futuros do Ibovespa. Na Tabela 6 são apresentadas as posições à vista e de contratos futuros para cada índice.

Tabela 6 – Posições à vista e de contratos futuros para aplicações em Renda Variável da Estratégia Setorial

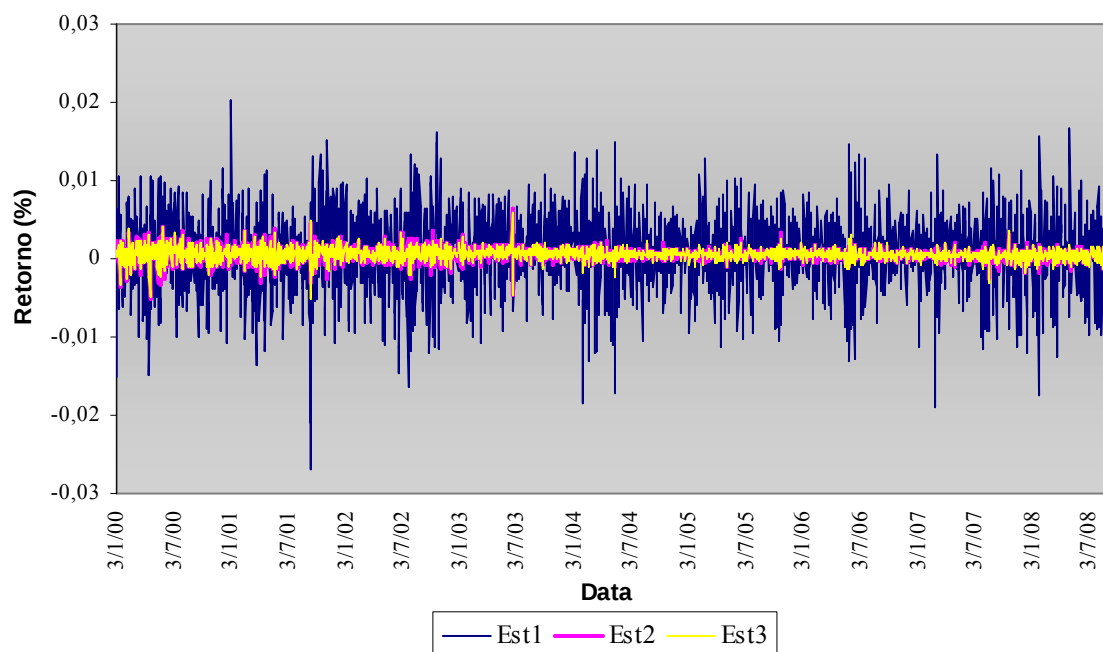
	Posição à vista	Posição de contratos futuros	Total
<i>Ibovespa</i>	7,78%	7,22%	15%
<i>IEE</i>	2,26%	1,74%	4%
<i>ITEL</i>	2,46%	1,54%	4%
<i>IND</i>	4,31%	2,69%	7%
<i>Total</i>	16,81%	13,19%	30%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir disso, a Estratégia Setorial apresenta a seguinte estrutura:

$$Est3 = 0,70Selic + 0,0778Ibovespa + 0,0431IND + 0,0226IEE + 0,0246ITEL + 0,1318IbovFuturo$$

Pela composição da carteira de cada estratégia, pode-se obter o retorno histórico das mesmas, ilustrado na Figura 3. Observa-se uma maior dispersão dos retornos da estratégia sem hedge, que já é sinal de maior risco. Além disso, as características próprias das séries financeiras (assimetria, curtose e autocorrelação entre os erros) discutidas anteriormente são refletidas claramente nas séries que constituem este estudo. Diante disso, buscou-se modelar os retornos das séries, a fim de entender seu comportamento. Utilizou-se, para este fim, como é próprio dos estudos de séries temporais - em que se espera uma dependência entre os valores ao longo do tempo - um processo autorregressivo e de média móvel (ARMA).



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 3 – Retorno percentual diário das carteiras da estratégia sem hedge (Est1), estratégia geral (Est2) e estratégia setorial (Est3).

Os modelos ARMA se mostraram bem significativos, indicando forte correlação entre os retornos. Procedeu-se, dessa forma, à análise para verificação de problemas de heteroscedasticidade nos erros do modelo, que, se confirmada, indicaria necessidade de correção. Para este fim, utilizou-se o teste do Multiplicador de Lagrange (LM).

Este teste nos resíduos do modelo indica a probabilidade de rejeitar a hipótese nula de não existir heteroscedasticidade na volatilidade. Como pode ser observado na Tabela 7, detectou-se o problema em todas as séries para um período, rejeitando-se a hipótese nula. Isso quer dizer que, mesmo modelando significativamente os retornos de cada série, os resíduos originários desse processo não são constantes, ou seja, a volatilidade sofre também de autocorrelação temporal, indicando que, na prática, choques positivos ou negativos nos retornos teriam persistências por algum período, não sendo, dessa forma, aleatórios.

Tabela 7 – Teste do multiplicador de Lagrange para um *lag* nos resíduos dos modelos ARMA, para as séries de retorno das estratégias sem hedge, geral e setorial

	Estatística F	p-valor do teste
<i>Estratégia Sem Hedge</i>	26,2572	0,00000
<i>Estratégia Geral</i>	100,4150	0,00000
<i>Estratégia Setorial</i>	137,0778	0,00000

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir deste teste, comprovou-se, então, que os resíduos dos modelos, ou seja, a volatilidade de cada carteira, não eram constantes ao longo do tempo e, ainda, se correlacionavam com seus valores passados. Para correção do problema de heteroscedasticidade, procedeu-se à estimação dos erros a partir de modelos de volatilidade condicional, até encontrar o melhor processo em termos de significância.

Torna-se importante observar que, à medida que os resíduos são modelados, a estimação anterior dos retornos pode se tornar não-significativa, sendo necessário um processo contínuo de adaptação até encontrar os melhores coeficientes em termos de significância. A necessidade de comparação entre as carteiras de investimento mostrou ser importante a busca de um ajustamento comum entre as carteiras de cada perfil, desde que não prejudicasse o processo de modelagem.

Os coeficientes desta estimação para as estratégias sem hedge, geral e setorial, são apresentados nas Tabelas 8, 9 e 10, respectivamente. A carteira da estratégia sem hedge foi estimada por meio de um modelo ARMA (2,2) completo e com constante¹¹, para os retornos, e um EGARCH (2,2), para a volatilidade condicional.

¹¹ Este modelo segue a seguinte estrutura: $ret_t = \alpha + \beta_1 ret_{t-1} + \beta_2 ret_{t-2} + \gamma_1 a_{t-1} + \gamma_2 a_{t-2}$, em que ret_t é o retorno no período t , a é o operador de média móvel e α, β, γ são os coeficientes do modelo.

Tabela 8 – Resultado da estimação do retorno e volatilidade condicional para a série da estratégia sem hedge

	Coefficiente	Erro padrão	Estatística z	p-valor (z)
ARMA (2,2)				
C	0,000614	0,0001	6,133868	0,00000
AR(1)	0,636302	0,081735	7,784962	0,00000
AR(2)	-0,819923	0,049247	-16,64923	0,00000
MA(1)	-0,630853	0,085789	-7,353557	0,00000
MA(2)	0,799929	0,051172	15,63219	0,00000
Variância condicional				
EGARCH (2,2)				
C	-0,977358	0,148848	-6,56617	0,00000
$\left \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right $	-0,080364	0,044021	-1,825591	0,06790
$\left \frac{\varepsilon_{t-2}}{\sigma_{t-2}} \right $	0,257715	0,047603	5,413852	0,00000
$\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$	-0,15775	0,017455	-9,037297	0,00000
$\ln(\sigma_{t-1}^2)$	0,634871	0,136465	4,65227	0,00000
$\ln(\sigma_{t-2}^2)$	0,286378	0,131299	2,181116	0,02920
Estatísticas	SQR AIC	0,060755 -7,80847	SIC	-7,7798

Fonte: Resultados da pesquisa.

Já a carteira da Estratégia Geral foi obtida por um modelo ARMA (1,2) completo e com constante, no que se refere ao retorno e também um EGARCH (2,2), em relação à volatilidade condicional (Tabela 9).

Tabela 9 – Resultado da estimação do retorno e volatilidade condicional para a série da estratégia geral

	Coefficiente	Erro padrão	Estatística z	p-valor (z)
ARMA (1,2)				
C	0,0005	3,81E-05	13,128	0,00000
AR(1)	0,995072	0,00236	421,6918	0,00000
MA(1)	-1,2626	0,019218	-65,6984	0,00000
MA(2)	0,275953	0,018982	14,53745	0,00000
Variância condicional				
EGARCH (2,2)				
C	-0,11249	0,017301	-6,50163	0,00000
$\left \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right $	0,273215	0,038573	7,083002	0,00000
$\left \frac{\varepsilon_{t-2}}{\sigma_{t-2}} \right $	-0,19941	0,03886	-5,13145	0,00000
$\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$	0,007337	0,004104	1,787463	0,07390
$\ln(\sigma_{t-1}^2)$	1,224893	0,029562	41,4351	0,00000
$\ln(\sigma_{t-2}^2)$	-0,22872	0,029764	-7,68439	0,00000
Estatísticas	SQR	0,001502	SIC	-11,6108
	AIC	-11,6369		

Fonte: Resultados da pesquisa.

O retorno da carteira da estratégia setorial também foi estimado por um ARMA (1,2) completo e com constante, e a volatilidade, por um EGARCH (2,2) (Tabela 10).

Tabela 10 – Resultado da estimação do retorno e volatilidade condicional para a série da estratégia setorial

	Coefficiente	Erro padrão	Estatística z	p-valor (z)
ARMA (1,2)				
C	0,000542	3,91E-05	13,86266	0,00000
AR(1)	0,992721	0,003592	276,3731	0,00000
MA(1)	-1,18796	0,023445	-50,6705	0,00000
MA(2)	0,20676	0,020998	9,846442	0,00000
Variância condicional				
EGARCH (2,2)				
C	-0,13452	0,041436	-3,2465	0,00120
$\left \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right $	0,36961	0,029131	12,68792	0,00000
$\left \frac{\varepsilon_{t-2}}{\sigma_{t-2}} \right $	-0,29399	0,034015	-8,64302	0,00000
$\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$	-0,01337	0,004442	-3,00896	0,00260
$\ln(\sigma_{t-1}^2)$	1,307993	0,126467	10,34255	0,00000
$\ln(\sigma_{t-2}^2)$	-0,31338	0,125395	-2,49912	0,01250
Estatísticas	SQR	0,001542	SIC	-11,5174
	AIC	-11,5435		

Fonte: Resultados da pesquisa.

A primeira parte das tabelas faz referência à modelagem do retorno das estratégias, captando os efeitos autorregressivos nas séries. Cada coeficiente “AR” e “MA” indicam os efeitos das defasagens relacionadas a eles no retorno estimado. Um AR(1) significativo, por exemplo, sugere que o retorno do período imediatamente anterior gera impacto do tamanho de seu coeficiente no período analisado. Os coeficientes dos Modelos ARMA, em todas as estratégias, foram significativos. A segunda parte das tabelas diz respeito à modelagem do erro gerado no processo anterior, gerando a variância estimada para cada período.

Os coeficientes relacionados aos termos $\ln(\sigma_{t-1}^2)$ e $\ln(\sigma_{t-2}^2)$ indicam a persistência dos choques nos resíduos dos retornos das carteiras. Indicam elevadas persistências (soma dos dois coeficientes próxima da unidade) para

todas as estratégias, denotando que, nessas séries, as novas informações levam um tempo considerável para serem absorvidas pelos agentes. As estratégias com a utilização de contratos futuros apresentaram maior persistência dos choques, indicando, inclusive, uma grande persistência no primeiro *lag* (período), corrigida no período subsequente.

Com relação à assimetria da volatilidade entre os choques altistas ou baixistas, notou-se, através dos coeficientes do parâmetro $\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$, que, em todas as séries, era caracterizada a assimetria. Desse modo, pela análise da significância dos coeficientes deste parâmetro - todos foram significativos a 90% de confiabilidade, sendo que estes coeficientes ligados às estratégias sem hedge e setorial foram significativos a 99% - aceita-se a hipótese de que são diferentes de zero. O fato de serem significativos indica que choques de alta ou baixa terão efeitos diferentes na volatilidade das séries. Os coeficientes estimados das estratégias sem hedge e setorial se mostraram menores que zero ($\gamma < 0$), indicando que os choques positivos geram menor volatilidade que os choques negativos da mesma magnitude. Este coeficiente de assimetria da estratégia geral foi, de modo contrário, maior que zero, indicando maior persistência dos choques positivos. Entretanto, o nível de significância deste coeficiente foi o menor entre todas as séries.

Tendo sido a volatilidade modelada, o próximo passo foi verificar se o problema da heteroscedasticidade havia sido corrigido. Novamente se aplicou o teste do Multiplicador de Lagrange (LM) sobre os resíduos do modelo. Os resultados, que podem ser observados na Tabela 11, indicam que se deve aceitar a hipótese nula da não existência de autocorrelação temporal nos erros, sugerindo que o problema foi corrigido.

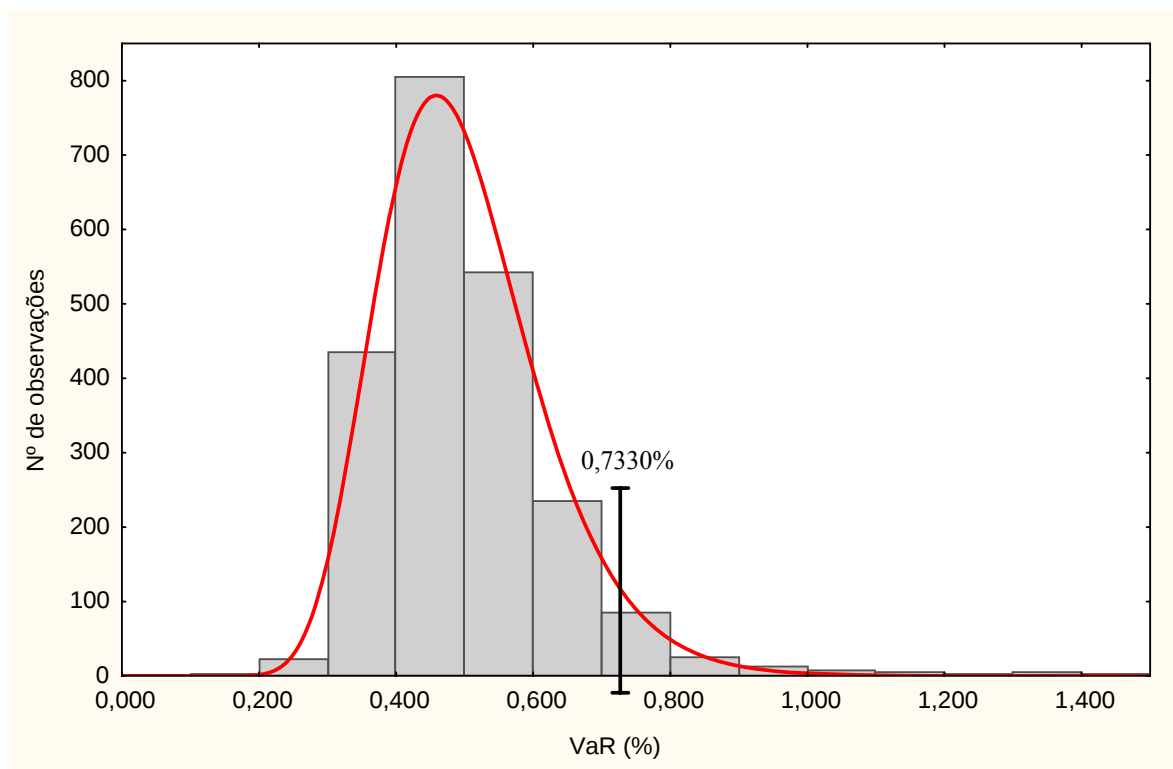
Tabela 11 – Teste do multiplicador de Lagrange para um *lag* nos resíduos dos modelos ARMA/EGARCH, para as séries de retorno das estratégias sem hedge, geral e setorial

	Estatística F	p-valor do teste
<i>Estratégia Sem Hedge</i>	0,000699	0,978909
<i>Estratégia Geral</i>	0,845176	0,358022
<i>Estratégia Setorial</i>	0,235983	0,627172

Fonte: Resultados da pesquisa

Pode-se, assim, obter uma estimativa diária da volatilidade de cada série. Esta volatilidade foi gerada pelos modelos apresentados, contendo as informações de cada dia e dos *lags* relevantes. Como ela é apresentada em termos de variância, o risco diário foi obtido pela sua raiz quadrada. Deste modo, têm-se novas séries com os riscos diários estimados, podendo-se gerar uma função de densidade que se alinhe aos resultados, para se obter o *Value-at-risk* (VaR) de cada estratégia. Os histogramas de todas as séries de risco estimadas se ajustaram bem pela função log-normal e podem ser observados nas Figuras 4, 5 e 6. O limite do nível de confiança utilizado (95%) representa a perda máxima esperada para um dia, ou seja, o VaR.

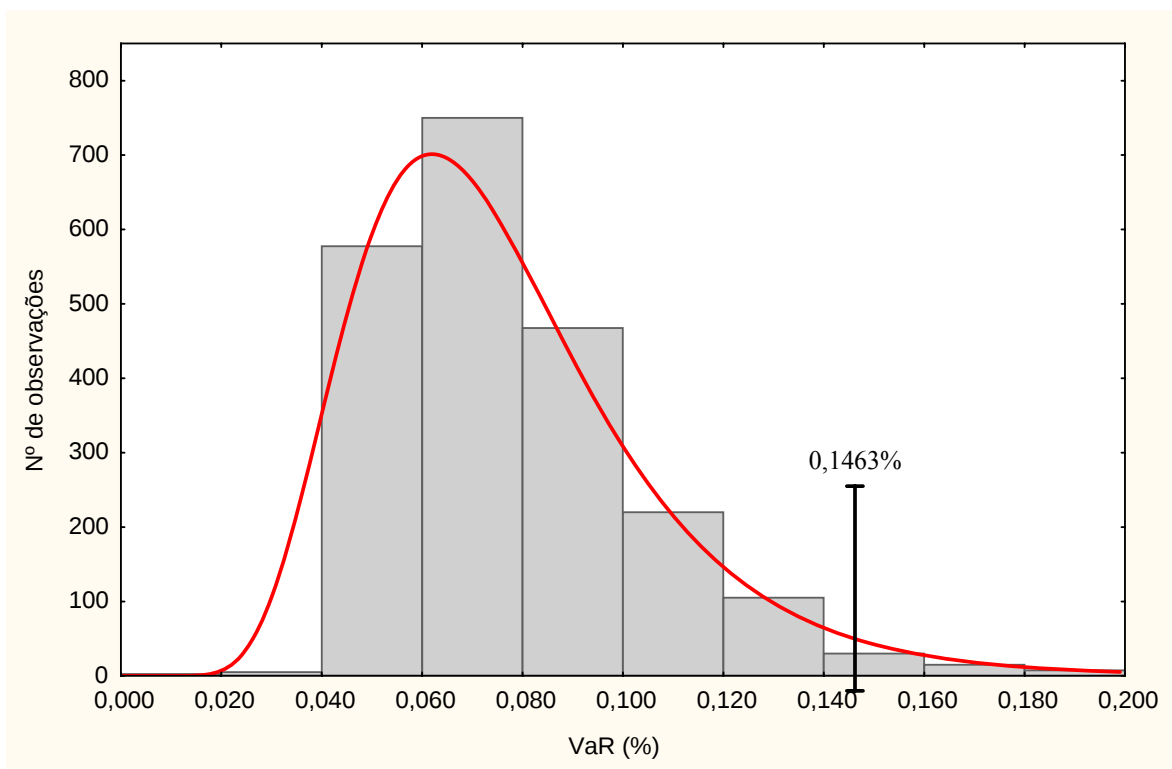
O risco da estratégia sem hedge, como era de se esperar, se apresenta mais elevado e também mais concentrado em torno da média. O VaR desta carteira é de 0,73% por dia, ou seja, um portfólio que tenha o valor de R\$ 1 milhão, por exemplo, estaria sujeito a uma perda máxima, em 95% dos casos, de R\$ 7.330,00.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 4 – Histograma, função densidade de probabilidade e ponto crítico (95%) para o risco estimado da carteira teórica da estratégia sem hedge ajustada a uma distribuição Log-normal.

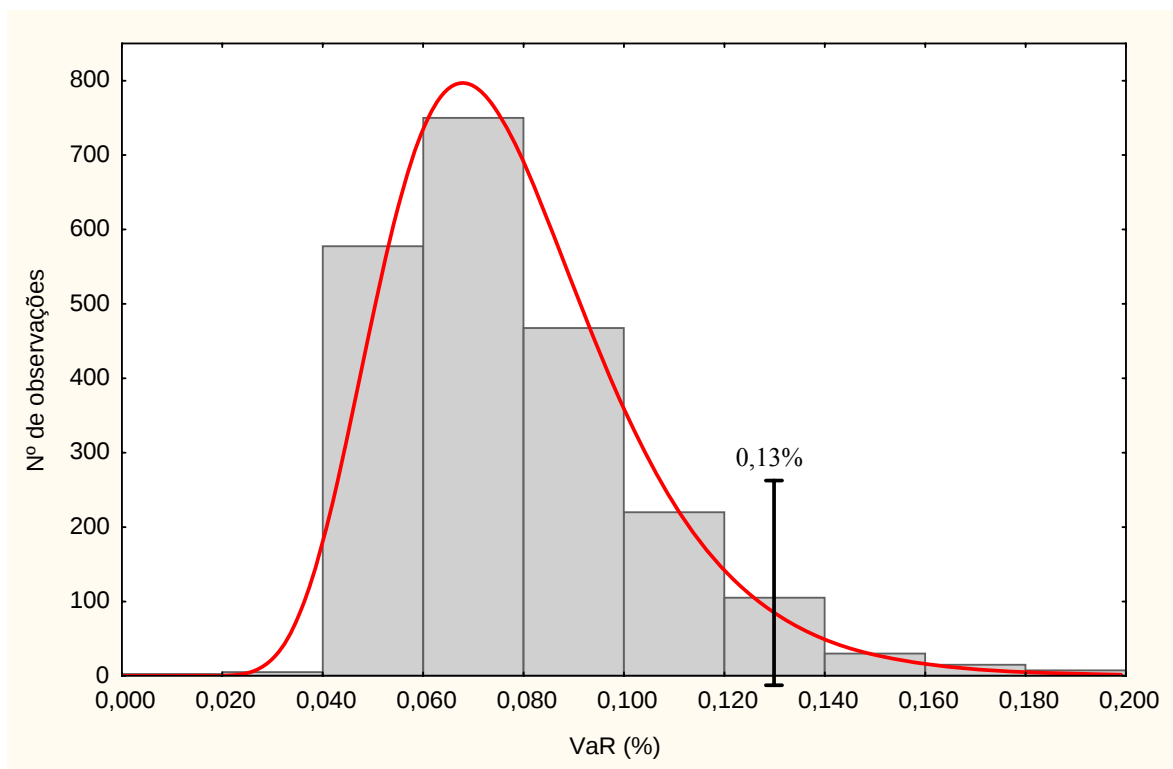
Para as carteiras com hedge, pelas estratégias geral e setorial, o VaR cai consideravelmente atingindo 0,146% e 0,130% por dia, respectivamente. Isso indica a eficiência da proteção da carteira com a utilização de contratos futuros do Índice Bovespa.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 5 – Histograma, função densidade de probabilidade e ponto crítico (95%) para o risco estimado da carteira teórica da estratégia geral ajustada a uma distribuição Log-normal.

A estratégia setorial apresenta ligeira vantagem em termos de redução de risco em relação à estratégia geral. Isso é explicado pelo direcionamento das aplicações em contratos futuros do Ibovespa de acordo com o nível de correlação com os ativos que compõem as carteiras. No caso dos Fundos de Pensão, com perfil de longo prazo de seus investimentos, adequar o uso de contratos futuros tendo como referência o setor ou até mesmo cada ativo individualmente pode favorecer o gerenciamento do portfólio, possibilitando o alcance das metas estatutárias dentro do nível de risco permitido.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 6 – Histograma, função densidade de probabilidade e ponto crítico (95%) para o risco estimado da carteira teórica da estratégia setorial ajustada a uma distribuição Log-normal.

Por fim, é necessário verificar se a redução do risco não implica uma redução do retorno mais que proporcional. Para tanto, calculou-se o Índice Sharpe Adaptado (ISA), que estabelece a relação do risco e retorno esperados. Os resultados estão expostos na Tabela 12.

Tabela 12 – Resultados Finais do VaR e ISA para as carteiras teóricas de todas as estratégias em relação ao hedge

	VaR Diário	Retorno Médio Diário	ISA
<i>Estratégia Sem Hedge</i>	0,73300%	0,05748%	12,752
<i>Estratégia Geral</i>	0,14630%	0,05393%	2,713
<i>Estratégia Setorial</i>	0,13000%	0,05440%	2,390

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nota-se que o retorno médio diário das estratégias com hedge cai em relação à estratégia sem hedge. Entretanto, esta queda é relativamente pequena

diante da queda do risco proporcionada pela utilização de contratos futuros do Ibovespa. Este fato corrobora a teoria da diversificação e as expectativas dos agentes do mercado financeiro. A teoria preconiza que quanto maior o risco, maior o retorno exigido pelo investidor e, além disso, que parte do risco pode ser eliminada pela diversificação, fazendo que este caia em uma proporção maior que o retorno. Conclui-se, deste modo, que a utilização destes derivativos foi eficiente em termos de redução de risco.

Além disso, observa-se que a estratégia setorial tem o ISA mais baixo (2,39) do que as demais estratégias, sugerindo ganhos consideráveis quando se gerencia o hedge no âmbito setorial. A redução do VaR diário, por exemplo, é clara: se a EFPC, com uma carteira de R\$ 1 bilhão, por exemplo, não utiliza contratos futuros para proteção de sua carteira, de acordo com esses resultados, teria um retorno médio por dia de R\$ 574,8 mil e um VaR de R\$ 7,3 milhões. Se o Fundo de Pensão, entretanto, utilizasse o hedge de modo geral, seu retorno médio diário giraria em torno de R\$ 539 mil, com um VaR de R\$ 1,46 milhões. Por fim, se a estratégia fosse a setorial, com acompanhamento da eficiência do hedge de acordo com a modalidade do investimento, o retorno médio seria de R\$ 544 mil e o VaR R\$ 1,3 milhões.

Comparando as estratégias com hedge, pelo exemplo, o retorno médio diário da estratégia setorial teria um acréscimo de aproximadamente R\$ 5 mil, enquanto o risco, medido pelo *Value-at-Risk*, teria uma queda de mais de R\$ 100 mil em relação à estratégia geral.

5- Considerações Finais

O artigo buscou testar a eficiência de estratégias de proteção de carteiras por meio do hedge com contratos futuros do Ibovespa. Especialmente trabalhou-se no escopo dos Fundos de Pensão brasileiros, instituições cada vez mais relevantes para geração de poupança interna para o País e para o provimento das necessidades dos aposentados quando da diminuição de sua capacidade de trabalho.

Estas instituições buscam capitalizar seus recursos a fim de possibilitar o pagamento das pensões de seus participantes. Este processo de capitalização está sujeito às incertezas do mercado, por isso o gerenciamento de risco para os Fundos de Pensão se mostra extremamente relevante.

A Teoria Microeconômica preconiza que a diversificação pode reduzir o risco de uma carteira sem afetar seu retorno esperado. A partir deste conceito, testou-se se a introdução de contratos futuros do Ibovespa poderia melhorar a relação retorno e risco dos fundos. Especificamente, testou-se se o gerenciamento de risco por meio de uma estratégia baseada nas peculiaridades setoriais poderia gerar benefícios maiores do que uma proteção geral da carteira.

Os resultados encontrados indicaram que um gerenciamento dinâmico, a partir de um acompanhamento setorial dos ativos que compõem determinada carteira de investimento, torna o desempenho do portfólio melhor, reduzindo consideravelmente o nível de risco assumido.

A metodologia utilizada foi apropriada devido à sua aplicabilidade ao mercado e sua portabilidade, permitindo diversos ajustes que atendam à realidade de cada Fundo de Pensão. Entretanto, não se pode deixar de considerar a possibilidade da existência de prejuízos nos resultados devidos à *outliers* das séries e erros de previsão dos modelos. Porém, como objetivo deste trabalho consiste na comparação de carteiras em relação ao retorno e risco dentro do mesmo horizonte temporal, o processo de previsão não gera empecilhos à sua eficiência.

Os Fundos de Pensão devem cada vez mais investir na modernização de seus modelos de análise de risco e no gerenciamento de seus portfólios, principalmente devido à necessidade de bons resultados que possibilitem o atendimento dos compromissos futuros com os participantes do plano de previdência. Além disso, estas instituições têm sido agentes importantes no que se refere ao crescimento do país, sugerindo que seu desenvolvimento deve ser acompanhado pelo Estado e pela sociedade.

6- Referências Bibliográficas

ALEXANDER, C. Optimal hedging using cointegration. **Philosophical Transactions**. The Royal Society, v. 357, p. 2039-2058, 1999.

ALEXANDER, C. **Market Models: a guide to financial data analysis**. John Wiley & Sons, Ltd, 2001. 494p.

ALEXANDER, G. J.; FRANCIS, J. C. **Portfolio analysis**. 2 ed. Prentice-Hall, 1986, 306p.

ASSAF NETO, A. **Mercado financeiro**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003a. 400p.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2003b. 605p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA PRIVADA – ABRAPP. **Estatísticas**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.abrapp.org.br/ppub/pef.dll?pagina=servscript&QUALS=home/home.html>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – BACEN. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais- SGS - v1.3.2** Módulo público. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.paint?method=consultarValoresSeries>>. Acesso em 02 de jun. 2009.

BAIMA, F.R. **Avaliação de desempenho dos investimentos dos fundos de pensão no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1998.

BALI, T. G.; THEODOSSIOU, P. A Conditional-SGT-VaR Approach with Alternative GARCH Models. **Annals of Operations Research**. v. 151, n. 1. p. 241-267, apr. 2007.

BIGNOTTO, E.C. **Medidas de risco e custos de transação: estudo de caso com *traddings* e processadoras de café e soja**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2002.

BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. **Journal of Econometrics**, n. 31, p. 307-327, 1986.

BOX, G.E.P.; JENKINS, G.M. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. San Francisco, Holden-Day, 1976. 2ed.

CAIRNS, A.J.G.. Pension funding in a stochastic environment: the role of objectives in selecting an asset-allocation strategy. **In: Proceedings of the V AFIR International Colloquium**, v. 1, p. 429–453. 1995

CASILLO, A. **Model specification for the estimation of the optimal hedge ratio with stock index futures**: an application to the italian derivatives market. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.96.3724&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: set. 2009.

CHAIM, R.M. Associação entre a Dinâmica de Sistemas e o Asset and Liability Management em Fundos de Pensão: utilização da técnica delphi para produção de diagramas causais. **Revista de Dinâmica de Sistemas**. v. 3, n. 2, p. 117-167, Nov. 2007.

COSTA, T. M. T. **Viabilidade da utilização de derivativos agropecuários em carteiras de investimentos de Fundos de Pensão no Brasil**. 2005. 102f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

COSTA, T. M. T.; PIACENTI, C. A. Utilização de contratos futuros agropecuários no Perfil Médio de investimentos de Fundos de Pensão no Brasil. **Revista de Contabilidade e Finanças – USP**. p. 59-72. Vol. 19. n. 46. Jan/Abr 2008.

DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, v.74, n.366, p. 427-431, 1979.

DOWD, K. **Beyond Value at Risk: the new science of risk management**. John Wiley & Sons, 1998. 274p.

DUARTE JÚNIOR, A.M. Risco: definições, tipos, medição e recomendações para o seu gerenciamento. In: LEMGRUBER, E.F. et al. (org.). **Gestão de risco e derivativos: aplicações no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2001.

DUARTE JÚNIOR, A. M. **Gestão de risco para Fundos de Investimentos**. São Paulo: PEARSON / Prentice-Hall, 2005. 182p.

DUNDER, C. **Portifólios eficientes incluindo opções**. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ELTON, E.; GRUBER, M. e PADBERG, M. Simple criteria for optimal portfolio selection. **Journal of Finance**. v. XI, n. 5, p. 1341–57, 1976.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley and Sons, 1995. 433p.

ENGLE, R.F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. **Econométrica**, v.50, n. 4, p. 987-1008, 1982.

ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. Co-integration and error correction representation, estimation and testing. **Econométrica**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.

ESCH, L.; KIEFFER, R.; LOPEZ, T. **Asset and Risk Management Risk Oriented Finance**. John Wiley & Sons Ltd, 2005. 396p.

FERSON, W.; KHANG, K. Conditional performance measurement using portfolio weights: evidence for pension funds. **Journal of Financial Economics**. v. 65, n. 2, p. 249-282. 2002.

FOMBELLIDA, R. J.; ZAPATERO, J. P. R., Mean–variance portfolio and contribution selection in stochastic pension funding. **European Journal of Operational Research** v. 187, n. 1, p. 120–137, 2008.

FÜSS, R.; KAISER, D. G.; ADAMS, Z. Value-at-risk, GARCH modeling and forecasting of hedge fund return volatility. **Journal of Derivatives & Hedge Funds**, v. 13, n. 1, p. 2-25, 2007.

GLASSERMAN, P; HEIDELBERGER, P; SHAHABUDDIN, P. Portfolio Value-At-Risk with Heavy-Tailed Risk Factors. **Mathematical Finance**, v. 12, n. 3, p. 239–269, Jul., 2002.

GOMIDES, A. T. R. **Avaliação de Riscos em Estratégias de Investimentos de Longo Prazo: Aplicação Prática em um Fundo de Pensão**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Finanças e Economia Empresarial da Escola de Pós- Graduação em Economia da Fundação Getulio Vargas, 2004.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3.ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 846p.

HEHN, E. Derivatives in Risk Management. **VI AFIR - International Colloquium**. 1996. Disponível em: <<http://www.actuaires.org/AFIR/colloquia/Nuernberg/Hehn.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. de 2008.

HEST; WAEGENAERE. Optimal robust and consistent active implementation of pension funds's benchmark investment strategy. **Journal of Asset Management**. v. 8, n. 3, p. 176-187, 2007.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximun likelihood estimation and inference on cointegration – with applications on the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v.52, n. 2, p. 169-219, 1990.

JORION, P. **Value at risk**: a nova fonte de referência para a gestão do risco financeiro. 2.ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2003. 487p.

LIEN, D. Cointegration and the optimal hedge ratio: the general case. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 44, p. 654–658, 2004.

LINSMEIER, T.J., PEARSON, N.D. Risk measuring: an introduction to value at risk. **Office for Futures and Options Research Working Paper**, 44 p., Apr. 1996.

LÜTKEPOHL, H; KRÄTZIG, M. **Applied Time Series Econometrics**. Cambridge University Press, 2004. 323p.

MARKOWITZ, H. M. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, Mar. 1952.

MOL, A.L.R. **Value at risk como medida de risco da volatilidade dos ajustes diários em mercados futuros de café**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 538p.

MULLER, C. A. S.; **Análise da Efetividade das Estratégias Estáticas e Dinâmicas de Hedge para o Mercado Brasileiro de Café Arábica**. 2007. 132f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

NELSON, D.B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. **Econometrica**, v. 59, p. 347-370, 1991.

PATTARIN, F.; FERRETTI, R. **The Mib30 Index and Futures Relationship: Econometric Analysis and Implications for Hedging**. EFMA 2004 Basel Meetings Paper. Out. 2003. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=458842>>. Acesso em: set. 2009.

PEREIRA, P.L.V. **Estimação de volatilidades**. São Paulo: RiskTech.com – O Portal Brasileiro de Risco, 2003. Disponível em: <<http://www.risktech.com.br/>>. Acesso em: 10 out. 2003.

PLATEN, E. A benchmark approach to asset management. **Journal of Asset Management**. v. 6, n. 6, p. 390–405, 2006.

POON, S. **A Practical Guide to Forecasting Financial Market Volatility**. John Wiley & Sons Ltd, 2005. 215p.

POON, S, H; GRANGER, C. W. J. Forecasting Volatility in Financial Markets: a Review. **Journal of Economic Literature**. v. 41, n. 2, p. 478-539, jun., 2003.

RIECHE, F. C. Gestão de Riscos em Fundos de Pensão no Brasil: Situação Atual da Legislação e Perspectivas. **Revista do BNEDES**. Rio de Janeiro: v. 12, n. 23, p. 219-242, jun. 2005.

RISKMETRICS GROUP. **Risk Management: A Practical Guide**, 1999. Disponível em: <<http://www.riskmetrics.com/pdf/dnldtechdoc/RM2006.pdf>>. Acesso em: 20 de abr. 2008.

SHARPE, W. A simplified model for portfolio analysis, **Management Science**, v. 9, n. 1, p. 277–93, 1963.

SHARPE, W. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. **The Journal of Finance**, v. 19, n. 3, Set, p. 425-442, 1964.

SHARPE, W. Mutual fund performance. **The Journal of Business**, v. 39, n.1, p. 119- 138, Jan. 1966.

SILVA NETO, L. A. **Derivativos: definições, emprego e risco**. 3ed. São Paulo:Atlas, 2000. 298p.

ZAKOIAN, J.M. Thereshold heteroskedasticity models. **Journal of Economic Dynamics and Control**. v.18, n.5, p.931-955,1994.

YU, K, W.; YANG, X. O.; WONG, H. Asset allocation by using the Sharpe rule: How to improve an existing portfolio by adding some new assets? **Journal of Asset Management**, Vol. 8, n. 2, p. 133–145, 2007.

Apêndice 1

Tabela A – Teste de Dickey-Fuller Aumentado para as séries em nível e primeira diferença

Série	Termo determinístico	Estatística τ	Valor Crítico Nível de 5%	p-valor
<i>IEE</i>	Sem tendência e intercepto	0,7523	-1,9410	0,8765
Δ <i>IEE</i>	Sem tendência e intercepto	-46,3786	-1,9410	0,0001
<i>ITEL</i>	Com tendência e intercepto	-2,5746	-3,9635	0,2921
Δ <i>ITEL</i>	Sem tendência e intercepto	-41,3697	-1,9410	0,0000
<i>IND</i>	Sem tendência e intercepto	0,1277	-1,9410	0,7228
Δ <i>IND</i>	Sem tendência e intercepto	-45,5775	-1,9410	0,0001
<i>Ibov</i>	Sem tendência e intercepto	0,0074	-1,9410	0,6850
Δ <i>Ibov</i>	Sem tendência e intercepto	-35,4729	-1,9410	0,0000
<i>Selic</i>	Sem tendência e intercepto	-0,7489	-1,9410	0,3921
Δ <i>Selic</i>	Sem tendência e intercepto	-7,3658	-1,9410	0,0000

¹ A hipótese nula, H_0 , é de que a série tem uma raiz unitária.

² O operador Δ indica a primeira diferença da série.

Fonte: Resultados da pesquisa.

CONCLUSÕES GERAIS

Os Fundos de Pensão são os atuais expoentes da acumulação de recursos e formação de poupança privada em todo o mundo. No Brasil também fica evidente o crescimento da importância destas instituições, principalmente no que se refere ao montante de seus investimentos e ao total de seu patrimônio acumulado. Sabe-se de sua relevância para a economia como um todo, pois canalizam a poupança para o setor produtivo e, especificamente, para os participantes do fundo, que contam com a renda futura capaz de complementar os benefícios da previdência social básica. É conhecida também a necessidade de essas instituições contarem com um eficiente processo de gestão de suas carteiras de investimento, visto que elas garantem o sucesso do plano.

Este processo de gerenciamento das carteiras visa ao alcance das metas estatutárias e atuariais, que garantirão o pagamento dos benefícios quando da maturidade dos fundos e aposentadoria dos participantes. Deve também atender à legislação específica que impõe limites aos investimentos nas diversas modalidades (Renda Fixa, Renda Variável, Imóveis, etc.) e exige o acompanhamento do risco de solvência do plano. Especificamente, as políticas de investimento estão subordinadas também aos próprios estatutos das EFPC, que inserem restrições quanto ao tipo de empresa a ser alocado o investimento, bem como as relações de transparência, governança e necessidade de investimentos socialmente responsáveis exigidas.

Este trabalho, diante desta relevância, buscou discutir aspectos concernentes aos Fundos de Pensão, especialmente sugerindo ferramentas que facilitassem a diversificação do risco, promovendo resultados mais eficientes que garantissem a satisfação dos participantes. Esta discussão se deu, após a definição do problema de pesquisa, a partir de quatro artigos, independentes, porém, inter-relacionados. O primeiro tratou da discussão teórica sobre a dicotomia que pode existir entre a escolha de portfólios eficientes com base na racionalidade econômica e a necessidade de realização, por parte das EFPC, de investimentos socialmente responsáveis. Buscou também perfazer uma análise histórica, bem como das perspectivas e desafios encontrados pelas entidades de previdência complementar.

Com escopo crítico, concluiu-se que a conciliação não só é possível, mas também fundamental. Não se podem negar os interesses sociais por trás do sistema dos Fundos de Pensão e, diante disso, torna-se ainda mais importante o processo de gerenciamento de carteiras.

Diante disso, os outros três artigos, empíricos, buscaram traçar estratégias para este gerenciamento no âmbito da diversificação e da análise de risco, respondendo às questões abertas no problema de pesquisa. Eles têm um pano de fundo comum, a busca pela elaboração de carteiras eficientes mediante o estudo do comportamento de preço das ações no âmbito setorial e de seu relacionamento com variáveis econômico-financeiras.

O segundo artigo versa sobre as relações de variáveis econômico-financeiras com indicadores de preço do mercado acionário brasileiro, especialmente aqueles atrelados a setores econômicos específicos, no caso os setores de Energia Elétrica, Telecomunicações e Industrial. O objetivo foi averiguar se existe diferença significativa no comportamento destes indicadores setoriais que justifique o acompanhamento diferenciado no gerenciamento dos investimentos para o conjunto de ações dos Fundos de Pensão.

Observou-se que estas relações podem ser diferentes de acordo com o setor econômico que se analisa. Mudanças em variáveis macroeconômicas ou financeiras podem afetar distintamente os setores econômicos, principalmente

quando se analisa a precedência temporal entre as variações. Isso foi notado tanto no estudo da causalidade de Granger, com as variáveis em primeira diferença, como pela análise da cointegração.

Foi observado, por exemplo, que o preço do petróleo e os indicadores de ações setoriais possuem relação de equilíbrio de longo prazo, porém, esta variável tem relação positiva com o índice de ações do setor industrial (IND) e negativa com os índices dos setores de Energia Elétrica e Telecomunicações. Diferenças como esta foram notadas também em outras variáveis e sugerem que o gerenciamento da carteira deve se adequar à origem setorial dos investimentos.

Se os índices de ações setoriais têm relação com as variáveis econômico-financeiras, instrumentos de hedge ligados a estas variáveis poderiam trazer benefícios às carteiras dos Fundos de Pensão. Para tanto, é necessária a obtenção dos níveis de hedge ótimo entre algumas destas variáveis e derivativos ligados às mesmas (como, por exemplo, Dólar Paralelo e Dólar Futuro ou Ibovespa e Ibovespa Futuro) e verificar a eficiência do hedge nestas relações. Foi esse o objetivo do terceiro artigo.

Especialmente, foram observados que são elevados os níveis de hedge ótimo para operações que tenham relação com o indicador do comportamento do mercado de ações brasileiro (Ibovespa) e com o preço do petróleo. Ou seja, carteiras ou ações que possuíssem correlação com estas variáveis (fato observado, inclusive, no âmbito setorial estudado no artigo II) poderiam se proteger com os contratos futuros utilizados no estudo.

Se os setores econômicos se comportam de modo diferente diante de variáveis macroeconômicas e financeiras e existem instrumentos de hedge que tornam efetiva a proteção das carteiras de investimento em relação a estas mesmas variáveis, resta saber se o ganho proporcionado por este hedge é aumentado quando da sua utilização a partir de uma abordagem setorial nos Fundos de Pensão.

O último artigo buscou averiguar esta relação a partir de uma carteira teórica com base nos investimentos dos Fundos de Pensão entre os anos 2000 e 2008 e da utilização de contratos futuros do Ibovespa. Foi testada a eficiência,

em termos do *trade-off* risco/retorno, de estratégias sem hedge e com hedge. Mais especificamente, verificou-se se o hedge pode gerar ganhos mais expressivos quando realizado considerando as características setoriais.

Os resultados encontrados indicaram que o gerenciamento dinâmico, a partir do acompanhamento setorial dos ativos que compõem determinada carteira de investimento, torna o desempenho do portfólio melhor, reduzindo consideravelmente o nível de risco assumido.

Primeiramente, para se analisar a eficiência do hedge, no longo prazo, entre contratos futuros do Ibovespa e os indicadores setoriais, testou-se a existência de equilíbrio de longo prazo entre as séries, o que foi comprovado. Como o objetivo dos Fundos de Pensão é reduzir o risco de suas carteiras para gerar retorno de longo prazo que possibilite o pagamento dos benefícios, este resultado sugere que o hedge pode ter sua eficiência aumentada, pois todas as séries à vista têm relação de longo prazo com o contrato futuro do Ibovespa. A partir disto, foi extraído o hedge ótimo que tornou possível a elaboração das estratégias sem hedge, com hedge aplicado de modo geral nos investimentos em Renda Variável e com hedge aplicado no âmbito setorial dos investimentos em Renda Variável.

Posteriormente, modelaram-se as séries das estratégias e suas respectivas volatilidades, obtendo-se o retorno médio e o risco diário, medido pelo *Value-at-risk*. Observou-se que a possibilidade de perda máxima por dia caiu de 0,73% para 0,14%, pela análise da estratégia sem hedge e da estratégia de hedge geral e para 0,13% quando da utilização da estratégia de hedge setorial. O retorno médio também caiu, porém proporcionalmente menos, como comprovado pelo Índice de Sharpe Adaptado (ISA), ficando claro que o benefício da abordagem setorial fez esta estratégia superar as demais.

Se os indicadores setoriais de ações podem ser influenciados de forma diferente por variáveis macroeconômicas e financeiras, cada conjunto de ações pode ser protegido por um derivativo diferente e através de níveis ótimos alternativos. Isso torna mais dinâmico o gerenciamento de risco de investimentos, o que é essencial no caso dos Fundos de Pensão. No último artigo,

foi testado apenas o hedge com contratos futuros do Ibovespa, porém o estudo sugere que outros derivativos, como o preço futuro do petróleo ou o dólar futuro poderiam ser utilizados no processo de diversificação.

Outro aspecto interessante diz respeito à metodologia utilizada, com análise do hedge ótimo das relações de longo prazo entre as variáveis por meio dos testes de cointegração e com o cálculo do VaR a partir de modelos de volatilidade condicional, mais especificamente a variação EGARCH, que buscam captar características das séries financeiras, como heteroscedasticidade e assimetria, e reportá-las à já conhecida técnica *value-at-risk*. Assim, foi possível captar, em um só valor, o risco das carteiras sem e com contratos futuros de forma mais eficiente e compará-los em termos de retorno e risco por meio de uma adaptação original do Índice de Sharpe, o chamado Índice de Sharpe Adaptado (ISA).

Não se pode, entretanto, deixar de considerar algumas limitações do presente estudo. Primeiramente, deve-se observar que toda a modelagem da volatilidade para a extração do VaR foi feita a partir de séries univariadas, ou seja, a carteira era construída antes de se rodar o modelo, impossibilitando o cálculo da carteira eficiente, que exigia uma adaptação da participação dos ativos para se obter peso ideal dos investimentos em contratos futuros que minimizariam os riscos da carteira. Para isso, seriam necessários recursos computacionais e tempo de execução que fogem dos objetivos deste trabalho.

Além disso, a carteira formada pelos contratos futuros sofre vários *outliers* devido à mudança do contrato pelo seu vencimento. Assim, como as séries foram organizadas pelo primeiro vencimento, toda vez que se aproxima a data limite, os preços tendem a oscilar de forma a se ajustarem às condições do mercado à vista. Quando, por fim, passa-se para o próximo contrato, o preço sofre uma brusca mudança, caracterizando períodos de problemática estimativa e previsibilidade. No entanto, como o estudo contou com um número elevado de observações (2.185), espera-se que esse efeito tenha sido minimizado, mas sabe-se que o acompanhamento mais criterioso dos períodos de investimentos em contratos futuros pode gerar resultados ainda mais satisfatórios.

De qualquer modo, fica evidente a relevância do tema diante da demanda dos Fundos de Pensão em relação ao gerenciamento de seus ativos. Com base na racionalidade econômica, busca-se otimizar os resultados que garantirão o cumprimento dos objetivos dos planos e as estratégias aqui sugeridas contribuem para este processo.

Vale lembrar que estudos como estes visam, muito mais do que favorecer o processo de acumulação, a gerar condições de uma maior democratização e acesso a este mercado, que se torna, a cada dia, base sólida do sistema capitalista. Isto porque os Fundos de Pensão tornam possível a entrada no mercado de ações de agentes que antes estavam à margem, mesmo sendo essa participação ainda indireta devido à falta de interesse ou de cultura previdenciária, bem como da pouca abertura destas instituições para o atendimento das demandas de investimento dos participantes.

Além disso, ganha cada vez mais espaço a ideia de que os Fundos de Pensão podem e devem atuar mais proficuamente nos interesses sociais, por meio dos investimentos socialmente responsáveis e, por que não, atendendo à demanda dos participantes no que se refere às externalidades positivas e empoderamento da educação dos cidadãos envolvidos.

Isto se torna possível na medida em que o processo de gerenciamento das carteiras, visando ao equilíbrio entre passivos e ativos, se torna dinâmico, fazendo cumprir todos os requisitos necessários para o sucesso de um plano de previdência complementar. Assim, quando mais segura for a geração do equilíbrio atuarial, mais importante será o papel dos Fundos de Pensão na sociedade, especialmente por ter mais garantido o pagamento dos benefícios tão necessários e aguardados pelos participantes.

BIBLIOGRAFIA GERAL

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA PRIVADA – ABRAPP. **Estatísticas**. São Paulo, 2010. Disponível em: < [http://www.abrapp.org.br/ppub/portal/adm/editor/ UploadArquivos/Consolidado%20Estatistico_11_09.pdf](http://www.abrapp.org.br/ppub/portal/adm/editor/UploadArquivos/Consolidado%20Estatistico_11_09.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2010.

BAIMA, F.R. **Avaliação de desempenho dos investimentos dos fundos de pensão no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1998.

BLAKE, D.; CAIRNS, A.J.G.; DOWD, K. Pensionmetrics: Stochastic Pension Plan Design and Value-at-Risk during the Accumulation Phase. **Insurance: Mathematics and Economics**, v. 29, n. 2, p.187-215, 2001.

BOULIER, J.F., TRUSSANT, E., FLORENS, D., 1995. A dynamic model for pension funds management. **In: Proceedings of the Fifth AFIR International Colloquium**, v. 1, p. 361–384.

BRAVO, R.. Os investidores institucionais no centro do sistema financeiro internacional. Informação Internacional. **Análise Econômica e Política**. v. 2, 1999. Portugal. Disponível em: <http://www.dpp.pt/pages/files/infor_inter_1999_II_III.pdf>. Acesso em: 10 de abr. 2008.

BRASIL. Resolução BACEN 3.792 de 24 de setembro de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, Ed. 28 de set. 2009, p. 39-41, Seção 1.

CAIRNS, A.J.G.. Pension funding in a stochastic environment: the role of objectives in selecting an asset-allocation strategy. **In: Proceedings of the V AFIR International Colloquium**, v. 1, p. 429–453. 1995

COSTA, T. M. T. **Viabilidade da utilização de derivativos agropecuários em carteiras de investimentos de Fundos de Pensão no Brasil**. 2005. 102f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

COSTA, T. M. T.; PIACENTI, C. A. Utilização de contratos futuros agropecuários no Perfil Médio de investimentos de Fundos de Pensão no Brasil. **Revista de Contabilidade e Finanças – USP**. p. 59-72. Vol. 19. n. 46. Jan/Abr 2008.

DUNDER, C. **Portifólios eficientes incluindo opções**. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FERSON, W.; KHANG, K. Conditional performance measurement using portfolio weights: evidence for pension funds. **Journal of Financial Economics**. v. 65, n. 2, p. 249-282. 2002.

FIGUEIREDO, A. C. **Introdução aos derivativos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 143p.

FOMBELLIDA, R. J.; ZAPARETO, J. P. R., Minimization of risk in pension funding by means of contributions and portfolio selection. **Insurance: Mathematics and Economics**, v. 29, n. 1, p.35-45, 2001.

FOMBELLIDA, R. J.; ZAPARETO, J. P. R., Optimal risk management undefined benefit stochastic pension funds. **Insurance: Mathematics and Economics**, v. 34, n. 3, p. 489-503, 2004.

FOMBELLIDA, R. J.; ZAPARETO, J. P. R., Mean–variance portfolio and contribution selection in stochastic pension funding. **European Journal of Operational Research** v. 187, n. 1, p. 120–137, 2008.

GOMIDES, A. T. R. **Avaliação de Riscos em Estratégias de Investimentos de Longo Prazo: Aplicação Prática em um Fundo de Pensão**. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial). Escola de Pós- Graduação em Economia da Fundação Getulio Vargas, 2004.

GRÜN, R Fundos de Pensão no Brasil do Final do Século XX: Guerra Cultural, Modelos de Capitalismo e os destinos das Classes Médias. **Mana**. v. 9(2), p. 7-38, 2003.

GULIAS JUNIOR, S. **Risco de Mercado e Prudência na Gestão dos Recursos nos Fundos de Pensão: o caso da FUNCEF**. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da UnB, UFPB, UFPE e UFRN. Brasília, 2005.

HEHN, E. Derivatives in Risk Management. **VI AFIR - International Colloquium**. 1996. Disponível em: <<http://www.actuaires.org/AFIR/colloquia/Nuernberg/Hehn.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. de 2008.

HEST; WAEGENAERE. Optimal robust and consistent active implementation of pension funds's benchmark investment strategy. **Journal of Asset Management**. v. 8, n. 3, p. 176-187, 2007.

HULL, J. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: BM&F/Cultura Editores Associados, 1996. 448p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2010. **Estatísticas Econômicas**. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pib-vol-val_200904_8.shtm>. Acesso em: 31 de mar. 2010.

JORION, P. **Value at risk**: a nova fonte de referência para a gestão do risco financeiro. 2.ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2003. 487p.

KING, D. Portfolio optimization and diversification. **Journal of Asset Management** v. 8, n. 2, p. 296–307, 2007.

MARKOWITZ, H. M. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, Mar. 1952.

MATTOS, F.L. **Utilização de contratos futuros agropecuários em carteiras de investimento: um estudo de viabilidade**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2000.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **OECD guidelines for pension fund governance**. 2005. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/18/52/34799965.pdf>>. Acesso em: 25 de jan. 2008.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT OECD (2007) **Pension Markets in Focus**. v. 4. Nov. de 2007. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/46/57/39509002.pdf>>. Acesso em: 25 de jan. 2008.

PAZ, Aline. **Fundos de Pensão – Uma introdução à administração da solvência**. Revista do 22º Congresso Brasileiro dos Fundos de Pensão. Vitória-ES: 2001. Realização ABRAPP – Trabalho Premiado, p.132-140.

PAULA, R.F. Gerenciamento de risco de taxa de juro em Fundos de Pensão – redesenhando a estratégia de imunização com o uso de derivativos. **Revista Resenha BM&F**, São Paulo, n. 146, 2001.

PEREIRA, F.; MIRANDA, R. B.; SILVA, M. M. **Os Fundos de Pensão como Geradores de Poupança Interna**. Secretaria de Previdência Complementar: Texto para Discussão n. 480. Mai de 1997.

PEREIRA FILHO, J.R. O uso de derivativos para a proteção de carteira de ações: a experiência da Eletros. **Revista Resenha BM&F**, São Paulo, n.148, Jan.- Mar. 2002.

PINHEIRO, R. P. **Riscos Demográficos e Atuariais nos Planos de Benefício Definido e de Contribuição Definida num Fundo de Pensão**. Tese (Doutorado em Demografia). Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG. Minas Gerais, 2005.

REVISTA FUNDOS DE PENSÃO. **3.792: Mudança Emblemática na Cultura de Investimentos**. Disponível em: <http://www.abrapp.org.br/ppub/pef.dll?pagina=servscript&QUALS=revista/revista_interna.html&revistaId=107&idMenu=74>. Acesso em 28 de fev. 2010.

RIBEIRO FILHO, J, LA ROCQUE. E ; BARCELLOS, W. s.d. Monitoramento de Risco. Aplicação do conceito de Value-at-risk para Fundos de Pensão. **Resenha BM&F**. n. 123, set-out, 1997.

RIECHE, F. C. Gestão de Riscos em Fundos de Pensão no Brasil: Situação Atual da Legislação e Perspectivas. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro: v. 12, n. 23, p. 219-242, jun. 2005.

ROSS, S.A., WESTERFIELD, RW., JORDAN, B.D. **Princípios de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1998. 431p.

SILVA, L. C. **Alocação Ótima de Ativos e Derivativos em Fundos de Pensão Via Programação Estocástica**. São Paulo. Tese (Doutorado em Matemática Aplicada). Instituto de Matemática e Estatística da USP. 2001.

SILVA NETO, L. A. **Derivativos: definições, emprego e risco**. 3ed. São Paulo:Atlas, 2000. 298p.

YU, K, W.; YANG, X. O.; WONG, H. Asset allocation by using the Sharpe rule: How to improve an existing portfolio by adding some new assets? **Journal of Asset Management**, Vol. 8, n. 2, p. 133–145, 2007.