UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Departamento de Economia

Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados

Dissertação

Efeitos das Taxas de Juros de Curto Prazo e Esperada Sobre os Valores Intrínsecos da Carteira Teórica do Ibovespa: Análise a Partir de um Modelo Multiagente de Finanças Computacionais

Jean Rodrigues Venecian

Pelotas, 2012

Efeitos das Taxas de Juros de Curto Prazo e Esperada Sobre os Valores Intrínsecos da Carteira Teórica do Ibovespa: Análise a Partir de um Modelo Multiagente de Finanças Computacionais

Jean Rodrigues Venecian[1]

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Passos

[1] Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). E-mail: jean.venecian@gmail.com.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V545e Venecian, Jean Rodrigues

Efeitos das taxas de juros de curto prazo e esperada sobre os valores intrínsecos da carteira teórica do Ibovespa: análise a partir se um modelo multiagente de finanças computacionais / Jean Rodrigues Venecian; orientador Marcelo de Oliveira Passos. - Pelotas, 2012.

92 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Organizações e mercados, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2012.

1. Economia. 2. Modelo de simulação. 3. Política monetária. 4. Modelo multiagente de finanças computacionais. 5. Valuation de ações. I. Passos, Marcelo de Oliveira, orient. III. Título.

CDD: 332.46

Catalogação na Fonte: Aline Herbstrith Batista CRB 10/ 1737
Biblioteca Campus Porto

Efeitos das Taxas de Juros de Curto Prazo e Esperada Sobre os Valores Intrínsecos da Carteira Teórica do Ibovespa: Análise a Partir de um Modelo Multiagente de Finanças Computacionais

NOME DO ORIENTADOR:

_____

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Passos (PPGOM/UFPel)

BANCA EXAMINADORA:

_____

Prof. Dr. Cesar Oviedo Tejada (PPGOM/UFPel)

_____

Prof. Dr. Cristiano Aguiar de Oliveira (PPGOM/UFPel e FURG)

_____

Prof. Dr. Gilberto de Oliveira Veloso (PPGE&D/UFSM)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor da vida, princípio e fim. Obrigado por mais um passo segurado por Ti.

Ao professor e orientador **Marcelo de Oliveira Passos** pela paciência na orientação, incentivo e inspiração que me levaram à execução e à conclusão desta dissertação.

Aos professores, funcionários e colegas do PPGOM-UFPEL.

Aos meus familiares, em especial ao meu irmão, **Luthiano Rodrigues Venecian**, por ter me incentivado desde o início do mestrado, sendo exemplo de vida diferenciado pela ousadia depositada em seus projetos.

E as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta no meu crescimento pessoal e profissional.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus mestres, meus pais, José Alberto e Heloísa, que sempre me apoiaram para vencer cada passo da minha vida. Podem ter certeza, nunca existirá uma metodologia para precificar o que vocês fazem por mim.

RESUMO: O objetivo desta dissertação é apresentar a estrutura e os resultados de um modelo de finanças computacionais multiagente concebido para estimar séries temporais semanais dos valores intrínsecos e dos hiatos de valor da carteira teórica do Ibovespa. O hiato de valor é um novo índice de *value investing* proposto por Passos (2012). Os resultados do modelo, por um lado, poderão ser úteis para detectar e quantificar bolhas no mercado de capitais e situações de *bear market*. Por outro lado, o modelo permite o uso da análise de sensibilidade que mede os efeitos das mudanças nas taxas de juros esperada e de curto prazo sobre os valores intrínsecos semanais do Ibovespa, como um todo, e sobre os valores intrínsecos de cada uma das 68 ações que compõem este índice. Conclui-se, que o modelo de finanças computacionais é eficiente, de modo em que aponta correlações entre as séries temporais semanais dos valores intrínsecos e hiatos de valores, bem como os efeitos das taxas de juros de curto prazo e esperada.

PALAVRAS-CHAVE: economia computacional baseada no agente, modelo de simulação, modelo multiagente de finanças computacionais, *valuation* de ações, política monetária.

CLASSIFICAÇÃO DO JEL: C63; C33; C82; E44.

ABSTRACT: The objective of this dissertation is to present the structure and results of a computational finance multiagent model conceived for estimed weekly time-series of intrinsic values and gap values of Ibovespa`s theoretical portfolio. The gap value is a new index of *value investing* proposed by Passos (2012). The results of the model, in one hand, could be helpful to detect and quantify stock market bubbles and bear market situations. In the other hand, the model permits the use of “sensitivity analysis” that measure the effects of changes in interest rates expected and short-term of the intrinsic Ibovespa weekly, as a whole, and the values of each of the intrinsic 68 actions that comprise this index. It is concluded that the model of computational finance is efficient, so that it points correlations between weekly series of intrinsic values and gaps as well as the effects of interest rates and expected short-term.

KEYWORDS: agent-based computational economics (ACE), simulation models, multiagent computational finance model, valuation of stock market, monetary policy.

JEL CODES: C63; C33; C83; E44.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Página

FIGURA 1– Formas de estudo de um sistema..... 36

GRÁFICO 1– Séries semanais das simulações computacionais – 2008..... 65

GRÁFICO 2– Série anual da variação do Ibovespa de 1995-2010..... 66

GRÁFICO 3– Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre o hiato de valor -2008..... 67

GRÁFICO 4 - Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre o hiato de valor dos principais setores - 2008..... 68

GRÁFICO 5– Série trimestral da contribuição dos produtos internos brutos: agropecuário, industrial e de serviços no PIB..... 70

GRÁFICO 6– Séries semanais das simulações computacionais – 2009..... 73

GRÁFICO 7– Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre o hiato de valor -2009..... 74

GRÁFICO 8– Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre o hiato de valor dos principais setores - 2009..... 75

GRÁFICO 9- Séries semanais das simulações computacionais – 2010..... 78

GRÁFICO 10- Séries trimestrais dos valores intrínsecos, de mercado e do investimento estrangeiro..... 79

GRÁFICO 11- Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre o hiato de valor dos principais setores - 2010..... 80

GRÁFICO 12- Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre o hiato de valor dos principais setores -2010..... 81

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 – Fluxo de Caixa Líquido do Acionista..... 24

TABELA 2 – Fluxo de Caixa Líquido do Acionista – Desembolso de capital..... 24

TABELA 3 – Fluxo de Caixa Líquido da Empresa – Detentores de Direito..... 28

TABELA 4 – Fluxo de Caixa Líquido do Acionista – EBIT..... 28

TABELA 5 – Taxa de Crescimento..... 30

TABELA 6 – Contas utilizadas para o cálculo do fluxo de caixa..... 49

TABELA 7 – Corolários do Modelo de Simulação Computacional..... 59

TABELA 8 – Quantificação do Hiato de Valor do Ibovespa e Taxas de juros – 2008.. 90

TABELA 9 – Quantificação do Hiato de Valor do Ibovespa e Taxas de juros – 2009.. 91

TABELA 10 – Quantificação do Hiato de Valor do Ibovespa e Taxas de juros – 2010.. 92

LISTA DE ABREVIATURAS

ACE	*Agent-based computational economics*
BNDS	Banco Nacional do Desenvolvimento
BACEN	Banco Central do Brasil
CAPM	*Capital Asset Pricing Model*
CMN	Conselho Monetário Nacional
COPOM	Comitê de Política Monetária do Banco Central
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DPV	Valor Presente Descontado
EBIT	*Earnings Before Interest and Taxes*
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FCFE	Fluxo de Caixa Líquido do Acionista
FCFF	Fluxo de Caixa Líquida da Empresa
HV	Hiato de valor
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IV	*Intrinsec value*
MDD	Modelo de Desconto dos Dividendos
MV	*Market value*
SEC	*Securities and Exchange Commission*
SFN	Sistema Financeiro Nacional
VAR	Vetores Auto-Regressivos
WACC	Custo Médio Ponderado do Capital

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS.....7

LISTA DE TABELAS.....8

LISTA DE ABREVIATURAS 9

1. Introdução 12

2. Considerações Sobre *Valuation*..... 14

2.1. Modelos de *Valuation* 14

2.1.1. Análise Fundamentalista 14

2.1.2. Aspectos Financeiros dos Modelos de *Valuation*..... 16

2.1.3. Classificação da Avaliação de Ativos..... 18

2.2. Métodos de Fluxo de Caixa Descontado (FCD) 21

2.2.1. Modelo de Desconto de Dividendos (MDD).....22

2.2.2. Fluxo de Caixa Livre.....23

2.3. Avaliando uma Empresa 24

2.3.1. Fluxo de Caixa Líquido do Acionista (FCFE).....24

2.3.2. Fluxo de Caixa Líquido da Empresa (FCFF).....27

2.4. Comparação entre o FCFF e o FCFE..... 30

3. Considerações Sobre Economia Computacional e Simulações em Economia 32

3.1. Economia Computacional: Definições e Campo de Aplicação.....32

3.2. Aplicabilidade e os Princípios Básicos 33

3.3. Simulações Computacionais: Características Gerais 34

3.4. Modelos de Simulação Baseado no Agente 39

3.4.1. Modelos de Simulaçõa Baseado no Agente em Finanças.....41

4. Modelo Computacional de Macroeconomia Financeira Baseado no Agente.....44

4.1. Descrição do Modelo.....44

4.2. Apresentação do Modelo Multiangente de Finanças Computacionais 48

4.2.1. Módulo I – Fluxo de Caixa 48

4.2.2. Módulo II – Modelo de Desconto Intertemporal..... 49

4.2.3. Módulo III – Valor Intrínseco da Carteira Teórica do Ibovespa..... 52

4.2.4. Módulo IV – Indicador do Hiato de Valor..... 53

4.3. Dedução das Elasticidades dos Hiatos de Valor em Relação às Taxas de Juros.....56

4.4. Corolários do Modelo.....58

5. Resultados das Simulações do Modelo Computacional.....60

5.1. Análise Gráfica das Simulações do Modelo - 2008 61

5.1.1. Efeitos Sobre o Valor Intrínseco do Ibovespa..... 61

5.1.2. Efeitos Sobre o Hiato de Valor do Ibovespa 66

5.1.3. Efeitos Sobre os hiatos de Valor dos Principais Setores 68

5.2. Análise Gráfica das Simulações do Modelo - 2009 69

5.2.1. Efeitos Sobre o Valor Intrínseco do Ibovespa..... 69

5.2.2. Efeitos Sobre o Hiato de Valor do Ibovespa 73

5.2.3. Efeitos Sobre os hiatos de Valor dos Principais Setores 74

5.3. Análise Gráfica das Simulações do Modelo- 2010 76

5.1.1. Efeitos Sobre o Valor Intrínseco do Ibovespa..... 76

5.1.2. Efeitos Sobre o Hiato de Valor do Ibovespa 79

5.1.3. Efeitos Sobre os hiatos de Valor dos Principais Setores 81

6. Considerações Finais..... 83

7. Referências 85

8. Anexo A 90

1. Introdução

O tema desta dissertação consiste em apresentar a estrutura e os resultados de um modelo de finanças computacionais multiagente[2] que, a partir de técnicas de *valuation* de ações e simulação computacional, estima uma série temporal semanal dos valores intrínsecos[3] no mercado de capitais[4] e outra série com um novo indicador de *value investing* denominado de hiato de valor do Ibovespa. Os resultados gerados compreendem o período de 156 semanas, referentes ao triênio de 2008, 2009 e 2010.

O objetivo geral da pesquisa é rodar um modelo de finanças computacionais multiagente que permita calcular uma série temporal semanal dos valores intrínsecos do Ibovespa.

A partir deste objetivo geral, outros objetivos específicos foram propostos, quais sejam:

1) Empregar o modelo para a detecção, a quantificação de bolhas especulativas (*downside*) e de situações de potencial de lucro (*upside*) no mercado de capitais.
2) Estimar as elasticidades do hiato de valor em relação às taxas de juros de curto prazo e esperada sobre os valores intrínsecos do Ibovespa.
3) Analisar as variações das taxas de juros de curto prazo e esperada nos diversos setores[5] do qual fazem parte as ações que compõem a carteira teórica do Ibovespa.

No que tange à metodologia deste trabalho, parte-se de aspectos microeconômicos financeiros, e simulações computacionais baseado no agente. Em relação ao nível microeconômico financeiro, as técnicas de avaliação de ativos foram enunciadas por Damodaran (2012), Cuthbertson, Nietzsche (2004), Bodie, Kane e Marcus (2009), entre outros. Por outro lado, no nível aplicado as técnicas de simulações computacionais, concentram-se nos *insights* de Lebaron (2006), Testfatsion (2006), Judd (2006), Law e Kelton (1991) e Menner (1995). Ademais, as elasticidades dos hiatos de valor em relação as taxas de

---

[2] Doravante chamado de "modelo computacional" ou simplesmente "modelo".

[3]Valor Intrínseco ou valor justo: baseia-se no princípio de que o valor presente da ação é o resultado dos rendimentos futuros que se obterão com o investimento. Assim, o fato de que a capacidade da empresa em gerar lucros futuros é que irá aumentar o seu patrimônio e, consequentemente, o do acionista.

[4] Utiliza-se nesta dissertação a carteira teórica do Ibovespa, que é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações do Brasil, criado em 1968. Assim como ele, há outros relevantes no mundo, como: Dow Jones – Nova York; SSE Composite – Xangai; Hang Seng – Hong Kong.

[5]Avaliaram-se três setores importantes na composição da carteira teórica do Ibovespa: o setor de mineração, o financeiro e o petroquímico.

juros de curto prazo e esperada foram extraídos a partir do uso software *Mathematica*7, e a análise de sensibilidade dos valores intrínsecos no Excel 2007.

A estrutura do texto deste trabalho está organizada da seguinte maneira: o capítulo 1 é composto por esta introdução que contempla o objetivo geral, os objetivos específicos, a metodologia da pesquisa e a estrutura do texto. O capítulo 2 aborda os modelos de *valuation* e os aspectos financeiros da técnica de avaliação de ativos. No capítulo 3 é feito um breve discurso sobre os conceitos básicos da técnica de simulação computacional baseado no agente. O capítulo 4 apresenta-se a descrição de quatro módulos do modelo computacional, desenvolvendo o conceito de "hiato de valor" e os corolários do mesmo.

O capítulo 5 considera os resultados das séries de valores intrínsecos, dos hiatos de valor e a análise setorial. Neste capítulo, ressaltam-se os eventos que influenciaram o comportamento destas trajetórias (*default* de instituições financeiras norte-americanas, incentivos tributários feitos pelo governo, decisões de política de fixação da taxa Selic, medidas macroprudenciais, crise europeia etc.). Por fim, o capítulo 6 envolve as considerações finais.

2. Considerações Sobre Valuation

Este capítulo tem por objetivo apresentar de forma concisa os principais aspectos econômicos e financeiros da abordagem de avaliação de um bem. Assim, a primeira parte caracteriza os modelos de *valuation*, tendo em vista, a análise fundamentalista de ações, os aspectos financeiros e a classificação dos mesmos. A segunda parte aborda a técnica de avaliação de ativos, em especial o Fluxo de Caixa Descontado (FCD) nas empresas.

A terceira considera a aplicação da técnica de avaliação de ativos em uma empresa através do método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD).

E finalmente, a quarta parte compara o fluxo de caixa líquido do acionista (FCFE) e o fluxo de caixa líquido da empresa (FCFF).

2.1. Modelos de *Valuation*

Nesta subseção do trabalho, abordam-se a análise fundamentalista e a análise dos aspectos financeiros dos modelos de *valuation*.

2.1.1. Análise Fundamentalista

A análise fundamentalista de um negócio engloba a análise dos seus demonstrativos financeiros, da sua gestão e das suas vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes. Na análise fundamentalista de ações, existem duas abordagens: *top-down* e *bottom-up*. O investidor *top-down* inicia sua análise pela economia global, incluindo os indicadores econômicos do país no qual está sediada a empresa e também dos indicadores internacionais. O investidor *bottom-up* parte da análise de negócios específicos, independente da sua indústria ou região.

A análise fundamentalista é efetivada com o objetivo de se fazer previsões financeiras com base em dados históricos e do presente. As previsões são utilizadas para quatro objetivos principais:

- realizar uma avaliação das ações da empresa e projetar a provável evolução de suas cotações;
- projeções sobre seu desempenho empresarial;
- avaliações de gestão e tomada de decisões de negócios internos;
- cálculo do risco de crédito.

Se o objetivo da análise for determinar que ações um investidor prefira comprar, existem duas metodologias básicas:

1. A própria análise fundamentalista, que sustenta que os mercados podem precificar uma ação de forma errônea no curto prazo, mas que o valor justo (*fair value*) da ação predominará no médio ou no longo prazo. Os lucros podem ser feitos através da compra no momento em que a ação está subavaliada em relação ao seu preço justo e da posterior venda no momento em que o mercado corrigir o seu erro de precificação e fazer com que a ação retome o seu preço justo. Investidores que adotam as técnicas fundamentalistas de análise tendem a se concentrar em resultados de longo prazo. Alguns chegam a manter estratégias de *buy and hold*.
2. A análise técnica ou gráfica sustenta que todas as informações já se refletem no preço das ações. As tendências e as suas reversões podem atuar em favor do especulador, na medida em que este consiga antecipar as mudanças de tendências. A Teoria Dow, que serve como base para a análise gráfica, baseia-se na ideia de que as variações de humor dos investidores e especuladores podem ser reconhecidas e previstas por meio de padrões gráficos associados às trajetórias de preços das ações. No limite, os grafistas chegam a não levar em consideração o valor de uma ação. Suas previsões de preços fazem apenas extrapolações a partir de padrões históricos de preços.

Embora existam divergências inconciliáveis entre grafistas e fundamentalistas, é comum existirem investidores que utilizam a análise fundamentalista para escolher suas ações e que usam a análise gráfica para decidir os momentos de compra e de venda das mesmas. Por outro lado, existem muitos investidores grafistas que utilizam técnicas fundamentalistas de análise para limitar o seu universo de possíveis ações que atendam seus critérios de avaliação.

A análise fundamentalista de uma ação engloba: (1) Análise macroeconômica; (2) análise do setor no qual a empresa atua e dos fatores que condicionam o desempenho deste setor (análise mesoeconômica e setorial); (3) análise da empresa (análise dos seus demonstrativos contábeis, da qualidade de sua gestão e do posicionamento estratégico da empresa em relação às outras do mesmo setor).

Com base nestas três análises, o valor intrínseco da ação da empresa é determinado. Este valor é considerado como sendo o verdadeiro valor da ação. Se o valor intrínseco for

maior do que a cotação definida pelo mercado, recomenda-se comprar a ação. Se for igual ao preço de mercado, recomenda-se mantê-la. Se for menor, recomenda-se vendê-la.

Em relação aos procedimentos relativos à análise fundamentalista, a análise financeira da empresa inicia-se com a análise dos seus balanços, o que inclui a análise dos índices. O analista observa os dividendos pagos, o fluxo de caixa operacional, as novas emissões de ações, o financiamento do capital e trabalha com estimativas de ganhos e projeções de taxas de crescimento do lucro da empresa. No Brasil, tais projeções são publicadas periodicamente em sítios como o *Infomoney* e em outras mídias especializadas no mercado financeiro.

2.1.2. Aspectos Financeiros dos Modelos de *Valuation*

Após uma breve discussão sobre aspectos mais gerais da análise fundamentalista, considera-se aqui, a técnica fundamentalista de avaliação de ativos, doravante denominado *valuation*. Martins (2011) descreve alguns motivos para implantar tal processo de avaliação: compra e venda de negócios; fusão e incorporação de empresas; dissolução de sociedades e avaliação dos gestores de gerar riqueza para os acionistas. No entanto, a avaliação de ativos leva em consideração vários fatores que afetam o desempenho do valor justo ou intrínseco dos ativos a serem mensurados, tais como: aspectos micro e macroeconômicos, estratégicos, financeiros e contábeis.

A estimação do valor intrínseco[6] de uma ação baseia-se no princípio de que o valor presente da ação é o resultado dos rendimentos futuros esperados pelos acionistas. Em outras palavras, envolve um olhar para o futuro que é incerto e faz um palpite sobre os fatores que determinam os fluxos de caixa futuros. Nesse sentido, o valor justo das empresas diferencia-se do seu valor de mercado, ao qual corresponde pelo número de ações multiplicado pela quantidade das mesmas.

Cuthbertson, Nietzsche (2004) apontam alguns pressupostos[7] importantes para o processo de definição do valor fundamental. Primeiro, os participantes do mercado determinam o valor atual (P_t) igual ao valor justo (V_t). Em caso de divergência entre o preço atual e o valor justo, existem oportunidades de lucro no mercado. Em situações em que, $P_t < V_t$, o investidor com risco neutro iria comprar ações , em seguida, a demanda aumenta, de modo que se move rapidamente para o valor justo. Assim sendo, pressupõe-se que os investidores têm, na margem, expectativas homogêneas.

[6]Também é conhecido como valor fundamental.
[7] Ver as equações sobre estes pressupostos em Cuthbertson e Nietzsche (2004).

O segundo pressuposto corresponde aos retornos das ações, que podem ser constantes ou podem variar ao longo do tempo. De uma forma simplificada, quando os retornos das ações são constantes, ou seja, os preços das ações são iguais ao valor presente descontado (DPV) de dividendos futuros, com uma taxa de desconto constante. E quando as expectativas dos retornos variam ao longo do tempo, utiliza-se o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*)[8] para determinar o DPV. Nesta dissertação, aborda-se o retorno das ações, como sendo constante.

O terceiro pressuposto destina-se ao horizonte de tempo para determinar o valor fundamental. Os investidores com tempo finito, coletivamente determinam o valor justo igual ao investidor de horizonte infinito. Este argumento assume que os investidores são homogêneos e todos consideram o modelo de equilíbrio dos retornos. Por fim, os dividendos e o crescimento das expectativas dos dividendos são constantes e o tempo variam os retornos esperados. Estas suposições dependem diretamente dos preços e suas variações, crescimento, fusões e a insegurança dos mercados. Com estes pressupostos, definimos o valor fundamental ou valor justo da empresa.

No entanto, segundo Damodaran (1996, p.2-4), a avaliação de ativos desenvolveu seus próprios mitos, como todas as disciplinas analíticas. Os mais relevantes são:

- Os modelos de avaliação são quantitativos e a avaliação é objetiva. Em geral, os modelos de avaliação admitem espaço para variáveis de entrada que podem ser subjetivas[9]. Dessa forma, os avaliadores podem realizar simulações e calibragens, ou seja, os resultados são subjetivos. Contudo, esses resultados do modelo podem sofrer tendências inseridas no processo. Para eliminar as tendências na avaliação existem duas maneiras: evitar pressupostos fortes do avaliador sobre uma empresa sub ou superavaliada, e o próprio interesse do mesmo sobre essas questões;
- A avaliação bem feita é eterna. Com as informações específicas sobre a empresa e as atualizações do mercado em que a empresa opera, o valor se modifica, ou seja, a avaliação não é eterna;

[8] Este modelo leva em consideração a sensibilidade do ativo ao risco de mercado, representado pelo β. De acordo com Assaf Neto (2010, p.365) o risco de mercado é a diferença entre o retorno da carteira de mercado e a taxa de juros definida livre de risco.

[9] A variável Ψ do modelo computacional desenvolvido no capítulo 4 pretende incorporar esta subjetividade na estimação das séries de valor intrínseco das ações e da série de carteira teórica do Ibovespa.

- Uma boa avaliação gera valores precisos. Isto não ocorre, pois os fluxos de caixa e as taxas de desconto são estimados com erros ou distorcidos pelas pressuposições que fazemos ao futuro da empresa e da economia. Com isso, permite-se nas avaliações das empresas uma margem de erro;
- Melhor a avaliação, quanto mais quantitativa ela for. O tempo gasto em reunir dados de entrada determinará a qualidade da avaliação. Assim, se os dados forem inseridos erroneamente, refletirão na saída esses erros;
- O mercado está errado. Em função disso, cabe ao avaliador convencer a si mesmo e aos outros que seu modelo oferece uma estimativa melhor do que a do preço de mercado;
- O produto da avaliação é o que importa. Não somente o resultado final, mas o processo pode nos dizer muito e ajudar a responder algumas perguntas, como: qual o valor de uma marca? Qual o preço adequado a ser pago por altas taxas de crescimento? Qual o efeito de margens de lucro sobre o valor?

2.1.3. Classificação da Avaliação de Ativos

Na avaliação econômica dos investimentos, existe uma variedade de metodologias, das mais simples às mais sofisticadas. Alguns modelos compartilham características iguais, e podem ser classificados em um quadro maior, devido seus resultados serem diferentes ou terem erros de lógica. De acordo com Schmidt e Santos (2006, p. 15), e Stewart (1991) esses modelos podem ser classificados em geral em três grandes grupos:

- Avaliação relativa: calcula o valor do ativo enfocando a precificação de ativos comparáveis, relacionando com uma variável comum, como valor contábil, vendas, fluxo de caixa;
- Avaliação de direitos contingentes: emprega modelos de precificação de opções para medir o valor dos ativos que possuam características de opções;
- Avaliação por fluxo de caixa descontado: relaciona o valor do ativo ao valor presente dos fluxos de caixas futuros esperados relativos àquele ativo.

2.1.3.1. Avaliação Relativa

Segundo Bodie, Kane e Marcus (2009), a avaliação relativa tem por finalidade identificar ações precificadas inadequadamente em relação a algum parâmetro de valor "verdadeiro" extraído de dados financeiros observáveis (em geral, empresas similares). Existem muitas fontes desses tipos de dados, nos Estados Unidos a SEC (*Securities and Exchange Commission*) e, no Brasil, a CVM (Comissão de Valores Mobiliários). Ambas exigem que todas as empresas de capital aberto apresentem por meio eletrônico declarações e relatórios periódicos.

Os índices mais utilizados na comparação do patrimônio líquido das empresas do mesmo setor são: lucro operacional, valor contábil, valor de mercado/valor de reposição (Q de Tobin), receita de vendas e fluxo de caixa. Por exemplo, o preço de mercado de uma ação pode ser comparado com o valor contábil (equivale ao patrimônio líquido de uma empresa, contabilizado no balanço patrimonial).

As vantagens na aplicabilidade da avaliação relativa estão na capacidade de gerar estimativas de valor com rapidez e na sua simplicidade e utilidade quando há um grande número de entidades comparáveis, precificando estas empresas corretamente. Por outro lado, estas estimativas podem ser utilizadas incorretamente e sofrerem manipulação, pois os parâmetros iniciais de risco e crescimento são subjetivos neste tipo de abordagem. Ainda em relação às desvantagens, esses parâmetros iniciais comparáveis podem embutir erros (podem ser superavaliadas ou subavaliadas).

2.1.3.2. Avaliação por Direitos Contingentes

Um ativo com características de opção de compra pode ser avaliado se os pagamentos forem em função de um ativo subjacente. Se aquele valor exceder um nível estabelecido, o ativo vale a diferença. Caso contrário, não possui valor nenhum. Já um ativo poderá ser avaliado como uma opção de venda, se acrescer valor na medida em que o valor do ativo subjancente cair abaixo, de um nível pré-especificado e nada valer quando o valor do ativo subjacente exceder aquele limite.

Como define Black e Scholes (1972), uma opção pode ser avaliada em razão das seguintes variáveis: do valor corrente e da variãncia do ativo subjacente; do preço de exercício da opção; da taxa de juros livre de risco e do prazo até o vencimento da opção. Este modelo de avaliação de contingência ignora os dividendos e presume que a opção não seja exercida com antecedência, podem ser modificadas em ambas as situações. Ademais, uma

variante de tempo discreto, o modelo binomial de precificação de opções, também foi desenvolvido para apreçar opções.

Damodaran (1996) descreve alguns exemplos de títulos que constituem opções. Os principais são:

- *Primes:* habilitam os investidores a receberem os dividendos;
- *Scores*: garantem a apreciação do total do preço do ativo;
- Direitos de valores contigentes: oferece proteção aos acionistas contra a queda de valor das ações;
- *Warrant*: empresas emitem opções de compra.

Existem outros ativos que, não são considerados opções, mas possuem características de opções. Um exemplo é o patrimônio líquido, que pode ser considerado como uma opção de compra sobre o valor da empresa subjacente, com o valor nominal da dívida representando o preço de exercício da opção e o prazo da dívida medindo a vida útil da opção. Uma opção de compra sobre um produto, por exemplo, é uma patente em que o desembolso do investimento necessário para o lançamento do projeto (pesquisa e desenvolvimento) é considerado como o preço da opção e o prazo até o vencimento da opção é a vida útil da patente.

Existem limtações do modelo de opções para avaliar opções de longo prazo sobre ativos não-negociáveis. No curto prazo, as suposições de variância constante e rendimentos de dividendos, não são seriamente contestados. No longo prazo fica difícil defender quando o ativo subjacente não é negociado, pois os dados de entrada não podem ser extraídos do mercado fincanceiro. Assim, os modelos de precificação de opções de longo prazo, carregam erros nas estimativas do modelo.

2.1.3.3. Avaliação por Fluxo de Caixa Descontado

A descrição da abordagem do Método de Fluxo de Caixa Descontado (FCD) fundamenta-se na regra do valor presente, onde o valor do ativo é o valor presente dos fluxos futuros de caixa esperados. Este é o princípio fundamental da técnica de avaliação, descrita por Willians (1938). A equação deste princípio é dada por:

$$V_0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+K)^t} \qquad (1)$$

Onde: V_0 é o valor no período t = 0; CF_t é o fluxo de caixa no período t; K é a taxa de desconto e n corresponde ao número de anos projetados.

2.2. Métodos de Fluxo de Caixa Descontado

A abordagem da Teoria de Finanças em relação à avaliação de uma empresa concentra-se no seu valor intrínseco, o qual é definido em função dos benefícios econômicos esperados de caixa, do risco associado a esses resultados previstos e da taxa de retorno requerida pelos proprietários de capital. Basicamente são esses os parâmetros decisórios definidos pelas expectativas dos investidores com relação ao desempenho econômico esperado e de seu grau de aversão ao risco. Com estes parâmetros se estimam o valor de uma empresa.

A finalidade do método do fluxo de caixa descontado está em projetar os fluxos de caixa que uma empresa gerará para seus investidores e, então, descontar esses fluxos de caixa para o valor presente, a certa taxa de desconto. De acordo com Lapkouski e Rasoto (2005), o fluxo de caixa descontado é um dos métodos mais utilizados pelos avaliadores. Além disso, ele atende rigorosamente e conceitualmente às hipóteses das técnicas de finanças corporativas de maximizaçãodo valor da empresa.

A base do *valuation* está nos fluxos de caixa das empresas. Os valores relevantes para a avaliação econômica são os provenientes de atividade operacional da empresa. Esses fluxos operacionais devem ser projetados para determinado horizonte de tempo. A definição de quanto tempo ira durar esses fluxos deve atender dois requisitos: o primeiro período deve ser um período curto (onde a empresa no máximo tenha atingido o seu ponto de equilíbrio) e o segundo período deve ser suficientemente distante para que os erros causados pela utilização de procedimentos simplificadores buscando estimar o valor da continuidade sejam minimizados pelo processo de desconto[10].

[10] Este processo de desconto será analisado na próxima seção.

Cabe lembrar, a existência de outros métodos de avaliação de empresas[11], e compete ao avaliador, escolher o mais apropriado para seu trabalho. Froidevaux (2004) cita algumas versões mais utilizadas do fluxo de caixa descontado:

- Modelo de Desconto de Dividendos;
- Modelo de Fluxo de Caixa Livre.

2.2.1 Modelo de Desconto dos Dividendos (MDD)

Para Miller e Modigliani (1961) o desconto de dividendos é o modelo teoricamente mais correto para avaliar uma empresa. Ele consiste, na compra de uma ação de um investidor no período presente, que espera receber dois fluxos: os dividendos no presente D_1 , e o preço esperado de venda no final do período, P_1. Ou seja, os valores das ações equivalem ao valor presente de todos os dividendos futuros esperados indefinidamente. Cabe ressaltar, que são valores esperados, e não valores certos. Assim, a equação é dada por:

$$V_0 = \frac{D_1 + P_1}{1+K} \qquad (2)$$

Onde: K é a taxa de desconto, V_0 é o valor da ação no tempo 0.

Os dividendos do primeiro ano são razoavelmente previsíveis com base no histórico da empresa, deseja-se calcular P_1, o preço no fim do ano. O valor intrínseco seria:

$$V_1 = \frac{D_2 + P_2}{1+K} \qquad (2')$$

Assumindo que $V_1 = D_1$, e esses valores podem substituir P_1 na primeira equação, temos:

$$V_0 = \frac{D_1}{1+K} + \frac{D_2 + P_2}{(1+K)^2} + \frac{D_3 + P_3}{(1+K)^3} + \ldots \qquad (2'')$$

Essa equação pode ser lida como sendo o valor presente dos dividendos somado ao preço de venda em um período de manutenção de *n* anos. As principais diferenças no caso das ações seriam a incerteza dos dividendos, a inexistência de data fixa de vencimento e o

[11]Os que mais se destacam na literatura de avaliação de ativos são: modelo de avaliação contábil; modelo do valor de mercado; modelo com base no valor das ações em bolsa de valores; modelo de capitalização dos lucros modelo dos múltiplos de fluxo de caixa; eva®3 – *economic value added;* mva® – *Market value added,* entre outros.

desconhecimento do preço de venda na data do horizonte. È possível continuar substituindo o preço indefinidamente até concluir:

$$V_0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{D_t}{(1+K)^t} \qquad (2'''')$$

Onde: V_0 é o valor no período t = 0; Dt são os dividendos no período t e K é a taxa de desconto.

2.2.1.1. MDD de Crescimento Constante

Dentre os modelos de dividendos, o mais conhecido é o de Gordon (1962). Para tornar o MDD prático, é necessário incorporar alguns pressupostos simplificadores. A primeira etapa seria pressupor que todos os dividendos com tendência ascendente em ritmo de crescimento estável são denominados por g. Dessa forma, a equação se torna:

$$V_0 = \frac{D_0(1+g)}{k-g} = \frac{D_1}{k-g} \qquad (3)$$

Observa-se que o cálculo do valor intrínseco e obtido por $D_1 / k-g$. Essa equação pode se usada para mostrar o valor intrínseco de uma ação. Ela lembra a fórmula da perpetuidade, mas ela é crescente, ou seja, à medida que aumenta g, o preço da ação também aumenta. O MDD de crescimento constante é válido somente se g for menor que *k*.

2.2.2. Fluxo de Caixa Livre

Diferente do MDD, o fluxo de caixa livre permite uma avaliação da participação acionária do negócio ou a entidade, como um todo, tendo a quantidade livre de dinheiro para distribuir aos investidores de capital. Quando ela está relacionada à avaliação acionária do negócio denomina-se fluxo de caixa do acionista (FCFE[12]), que se baseia nos fluxos de caixa residuais após o pagamento de todas as obrigações financeiras e o atendimento de todas as necessidades de investimento.

[12] Termo em inglês: Free cash flow to equity.

Portanto, o fluxo de caixa da empresa (FCFF[13]) estima o valor de toda a empresa, descontando os fluxos de caixa acumulados tanto para os acionistas quanto para os credores através da média ponderada do custo de capital. Tanto o FCFE como o FCFF serão abordados a seguir.

2.3. Avaliando uma Empresa

Nesta parte demonstra-se um processo de avaliação de empresa utilizando o FCD. Serão abordados, dois tipos de fluxo de caixa: o FCFE e o FCFF.

2.3.1. Fluxo de Caixa Líquido do Acionista (FCFE)

Como mencionado anteriormente, o FCFE representa os fluxos de caixa restantes depois da dedução de todas as obrigações financeiras. Pode ser constituído de duas formas:

Tabela 1 - Fluxo de caixa líquido do acionista

+	Receita Líquida do exercício
+	Depreciação
-	Desembolsos de Capital
-	Δcapital de Giro
-	Amortização de Dívida
+	Novas Emissões de Dívida
=	Fluxo de Caixa Líquido do Acionista (FCFE)

Fonte: Póvoa (2007, p.196) e Schmidt e Santos (2006, p. 148)

Tendo em vista, a ocasião em que a empresa pretender financiar seus desembolsos de capital e o capital de giro com base ao índice de endividamento "δ" e os pagamentos do principal forem realizados a partir de emissões de novas dívidas, o fluxo de caixa líquido da empresa é medido pela equação abaixo:

Tabela 2 - Fluxo de caixa líquido do acionista – Desembolsos de capital

+	Receita Líquida do exercício
+	(1- δ) (Desembolso de capital - Depreciação)
+	(1- δ) Variação no capital de giro
=	Fluxo de Caixa Líquido dos Acionistas (FCFE)

Fonte: Damodaran (1996), Mckinsey & Company (2000)

[13] Termo em inglês: Free cash flow to firm.

Os dividendos pagos pelas empresas no FCFE possuem algumas variações. Conforme a política de cada empresa, umas pagam mais e outras, menos. Nesse sentido, as possíveis razões para as diferenças do pagamento de dividendos são:

- Desejo de estabilidade – os investidores interpretam como fator positivo quando as empresas pagam os fluxos de dividendos de maneira estável;
- Necessidade de investimentos futuros – A entidade evita o pagamento de dividendos pretendendo um aumento de desembolso de capital no futuro;
- Fatores fiscais – A empresa poderá reter a distribuição dos dividendos quando a carga tributária for maior do que o ganho de capital;
- Sinalização de perspectivas futuras – O aumento dos dividendos sinalizam sinais positivos, pelo contrário, sinais negativos. Assim, as empresas conseguem administrar os preços das ações.

No Brasil a Lei das S.A. obriga a distribuição de 25% do lucro líquido a título de dividendos obrigatórios. Mesmo assim é importante notar que os recursos vão para o acionista e não devem ser considerados como ônus no fluxo de caixa.

O prejuízo da obrigatoriedade dos dividendos reside em uma maior dificuldade arcada pela empresa (os custos tendem a se elevar) na definição de sua estrutura de capital.

2.3.1.1. Modelos do Fluxo de Caixa do Acionista

Os principais modelos de avaliação por Fluxo de Caixa Líquido do Acionista são: modelo de FCFE de crescimento estável; modelo de FCFE de dois estágios e modelo de FCFE de três estágios[14]. Estes modelos são variantes do MDD, sendo que o FCFE substitui os dividendos do modelo. Assim sendo, o modelo de FCFE de crescimento estável é utilizado para empresas que se encontram em estado de equilíbrio. Neste sentido, o FCFE substitui os dividendos do MDD.

$$P_0 = \frac{FCFE_1}{r - g_n} \qquad (4)$$

[14] Este modelo de FCFE não será abordado nesta dissertação. O modelo de três estágios compreende: um estágio inicial de altos crescimentos; um período em que a taxa declina e um período de crescimento estável.

Onde: P_0 é o valor atual das ações; $FCFE_1$é o FCFE esperado para o próximo ano; r é o custo do patrimônio líquido da empresa e g_n é a taxa perpétua de crescimento do FCFE da empresa.

Existem algumas advertências no modelo de crescimento estável, que são:

- A taxa de crescimento não poderá ser superior à taxa da economia na qual a empresa opera, ou seja, característica similar do modelo de Gordon;
- Os desembolsos de capital são compensados pela depreciação, pois as empresas estão em um estado de estabilidade;
- A taxa resultante quando o beta for 1 é bem próxima, da média de todas as ações no mercado.

Por outro lado, o modelo é empregado em empresas com taxas de crescimento equivalentes ou inferiores ao crescimento nominal da economia. Além disso, é o melhor modelo a ser utilizados para empresas estáveis que pagam dividendos elevados (ou seja, maiores que o FCFE) ou excepcionalmentes baixos.

De acordo com Damodaran (1996) o modelo de FCFE de dois estágios foi desenvolvido para avaliar empresas com crescimento esperado muito mais acelerado do que empresas estáveis no período inicial e também com crescimento estável após este período. Abaixo, a equação para obter o preço da ação no modelo de dois estágios de FCFE:

$$P_0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{FCFE_t}{(1+r)^t} + \frac{P_n}{(1+r)^n} \qquad (5)$$

Onde:

$$P_n = \frac{FCFE_{n+1}}{r_n - g_n} \qquad (5')$$

Em que: $FCFE_t$ é o FCFE no período t; r é a taxa de retorno sobre o patrimônio líquido, exigida pelos acionistas durante o período de crescimento acelerado; P_n corresponde ao preço no final do período extraordinário; g_n taxa perpétua de crescimento após o ano n e r_n é a taxa de retorno exigida no crescimento estável.

Para calcular o preço da ação neste modelo, deve-se somar o valor presente do período de crescimento extraordinário com o preço final. O modelo de FCFEE contempla alguns cuidados, conforme Santos, Schmidt e Fernandes (2006):

- A taxa de crescimento não poderá ser superior à taxa de crescimento da economia;
- Os desembolsos de capital não devem ser desproporcionais à depreciação;
- O beta não deve ser muito diferente de um (1,0);
- As premissas adotadas na fase de estabilidade devem ser consistentes; por exemplo, embora os desembolsos de capital possam ser maiores que a depreciação na fase inicial, essa diferença deve ser menor na fase de estabilidade.

No entanto, para melhorar a adequabilidade do modelo ele deverá ser utilizado para entidades que possuem taxas de crescimento altas e constantes durante a fase inicial e que caem subitamente após o crescimento estável deste período.

2.3.2. Modelo de Fluxo de Caixa Líquido da Empresa (FCFF)

O modelo de fluxo de caixa da empresa valora a empresa como um todo e não apenas o total do patrimônio líquido. Assim, ele consiste em descontar os fluxos de caixa acumulados tanto para os acionistas quanto para os credores através do custo médio ponderado do capital.

A avaliação de qualquer empresa pode ser feita pela versão geral do modelo, mas precisa ter informações suficientes para prever os fluxos de caixa líquidos da empresa. No entanto, assim como o FCFE, o fluxo da empresa contempla três ou mais estágios. A fórmula abaixo representa uma situação de equilíbrio (estado estável), ou seja, com apenas um estágio:

$$ValordaEmpresa = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{FCFF_t}{(1+WACC)^t} \qquad (6)$$

Em que $FCFF_t$ é o fluxo de caixa da empresa e WACC corresponde ao custo médio ponderado de capital.

Em casos quando a empresa atinge uma situação estável e, após n anos começar a crescer com uma taxa de crescimento estável g_n (dois estágios), o valor da empresa poderá ser descrito como:

$$ValordaEmpresa = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{FCFF_t}{(1+WACC)^t} + \frac{\frac{FCFF_{n+1}}{(WACC - g_n)}}{(1+WACC)^n} \qquad (7)$$

2.3.2.1. Abrindo o FCFF

Existem dois modos para medir os fluxos de caixa líquidos da empresa (FCFF), os quais devem produzir as mesmas estimativas:

Fluxos de caixas para os detentores de direitos:

Tabela 3 – FCFF dos Detentores de Direitos

+	FCFE (Fluxo de Caixa Líquido do Acionista)
+	Despesas de Juros (1- % dos juros)
+	Pagamento do Principal
-	Novas Dívidas
+	Dividendos Preferenciais
=	FCFF

Fonte: Póvoa (2007), Santos, Schmidt e Fernandes (2006, p.34)

A seguinte tabela mostra o FCFF com EBIT[15] (lucros antes os juros e impostos):

Tabela 4 – FCFF com EBIT

+	EBIT (1-percentual de juros)
+	Depreciação
-	Desembolso de Capital
-	Δ capital de giro
=	FCFF

Fonte: Póvoa (2007), e Santos, Schmidt e Fernandes (2006, p. 35)

2.3.2.2. Custo Médio ponderado de Capital

Damodaran (1996, p.59) descreve duas medidas alternativas de taxa de desconto além dos modelos de risco e retorno: o custo do patrimônio líquido e o custo de capital (conhecido como custo médio ponderado de capital – WACC). Nesta dissertação aborda-se o WACC para estimar a série temporal semanal dos valores intrínsecos no mercado de capitais.

O custo médio ponderado do capital representa a taxa de atratividade da empresa. Esta taxa indica a remuneração mínima que é exigida na alocação de capital, de forma a maximizar seu valor de mercado. Com a crescente e abrangente disponibilidade de dados das empresas têm colaborado para reduzir as discrepâncias nas estimativas do custo médio ponderado de capital e possibilitando o desenvolvimento das aplicações na teoria de finanças. A forma de calcular o custo é o critério da média ponderada, dado pela expressão seguinte:

$$WACC = \sum_{j=1}^{N} W_j . K_j \qquad (8)$$

[15] Earnings before interest and taxes.

Onde:

WACC = custo médio ponderado de capital[16];
$\mathbf{K_J}$ = custo específico de cada fonte de financiamento;
$\mathbf{W_J}$ = participação relativa de cada fonte de capital no financiamento total.

Esse custo médio ponderado representa a taxa mínima de retorno (ou taxa mínima de atratividade) desejada pela empresa em suas decisões de investimento. O retorno operacional deve ser ao menos igual ao seu custo total de capital e ao risco envolvido na operação da empresa. Caso isso não ocorra, a empresa deixará de remunerar de forma adequada suas fontes de financiamento, prejudicando o valor de mercado.

O WACC é uma variável muito importante de ser levada em conta no momento em que uma empresa realiza o estudo da viabilidade econômica das oportunidades de expansão seja através aquisições ou fusões. Retornos operacionais acima da taxa de atratividade geram uma agregação de valor econômico à empresa devido à geração de resultados superiores ao mínimo exigido pelos proprietários do capital. Nessas condições, as decisões financeiras promovem agregação de riqueza, sendo consistentes com o objetivo da empresa de maximizar o seu valor de mercado.

2.3.2.3. Taxa de Crescimento

Além do custo médio ponderado de capital, outro parâmetro importante para a definição do valor intrínseco da empresa é a taxa de crescimento. Existem várias formas de aplicar a taxa de crescimento, tais como: crescimento histórico, dados básicos das empresas e as estimativas de outros analistas. Apresentamos aqui, o crescimento médio histórico, devido que este será aplicado no modelo macroeconômico financeiro de simulação computacional baseado no agente.

> "*A taxa média de crescimento pode ser muito diferente, dependendo se é uma média aritmética ou geométrica. A média aritmética é a medidas das taxas de crescimento passadas, de outra forma, a média geométrica mede o efeito composto, ao qual é mais precisa, especialmente se o crescimento anual tiver sido inconstante*". Damodaran (1996, p.152).

[16] Termo em inglês: *Weighted Average Cost of Capital (WACC).*

Neste contexto, propõe-se um exemplo simples:

Tabela 5 – Taxas de crescimento

Ano	Lucro por Ação	Taxa de Crescimento
2007	R$ 0,81	
2008	R$ 0,75	3,5%
2009	R$ 0,82	4,15%
2010	R$ 0,81	4,0%
2011	R$ 0,85	4,3%

Fonte: Adaptação de Schmidt e Santos (2006, p.167)

Média Aritmética: (3,5% + 4,15% +4,0% + 4,3%) / 4 = 3,9875%

Média Geométrica: $\left(\frac{R\$0,85}{R\$0,81}\right)^{\frac{3}{4}} - 1 = 1,2123\%$

Portanto, a média aritmética é maior que a média geométrica. Essa diferença será elevada a media que aumentar as alterações das taxas de crescimento.

2.4. Comparação entre o FCFF e o FCFE

As diferenças básicas entre o FCFF e o FCFE estão associadas aos débitos – novas emissões de dívida, amortização de dívidas e pagamento de juros - e a outros direitos não relacionados ao patrimônio, como dividendos preferenciais. O acionista recebe apenas o que sobra do fluxo de caixa da empresa. Assim, um dos maiores problemas do FCFE é a ocorrência de fluxos de caixa negativos, principalmente em empresas alavancadas.

O FCFF avalia a empresa e não o patrimônio, ou seja, o fluxo de caixa é antes das dívidas e sendo assim, não é afetado por maior alavancagem. O FCFF leva em consideração as responsabilidades tributárias potenciais incidentes sobre os lucros assim como as despesas de capital e as necessidades de capital de giro. Se as despesas não operacionais forem deduzidas, o montante resultante são os lucros antes dos juros e impostos (EBIT).

Em relação à taxa de crescimento, o FCFF terá menor crescimento do que em FCFE, pois a alavancagem sempre aumenta a taxa da mesma. No entanto, as despesas de capital, depreciação e gastos de capital serão semelhantes para o efeito de cálculo do FCFE e do FCFF.

Outro fator para a comparação dos modelos de FCD está na estrutura de capital da empresa. Quando a empresa não tem perspectivas de mudanças na estrutura de capital, a opção mais indicada é o FCFE, já que não há dificuldades em projeções de juros a serem pagos. Se, por outro lado, a empresa tem perspectivas relevantes de mudança na estrutura de capital no futuro, a opção mais correta é o uso do FCFF, que reconhece as mudanças na estrutura de capital na taxa de desconto de forma muito mais direta e mensurável.

3. Considerações Sobre Economia Computacional e Simulações em Economia

Os modelos de simulações computacionais, usados vastamente em pesquisas operacionais e na engenharia, ainda são relativamente pouco utilizados nas pesquisas da ciência econômica. Neste sentido, o presente capítulo objetiva definir e caracterizar a técnica dos modelos de simulação computacional baseado no agente e definir os conceitos principais relativos à economia computacional.

A primeira parte deste capítulo apresenta uma caracterização da economia computacional e define o seu campo de aplicação e alguns dos conceitos principais.

A segunda aborda a aplicabilidade e os princípios básicos da técnica de simulação em economia.

A terceira descreve as características gerais, tais como: classificação, conceitos básicos, as vantagens e desvantagens do método de simulação computacional.

E, por fim, a quarta parte contempla as simulações computacionais baseadas no agente. Nesta parte, contemplam-se os trabalhos relacionados dos modelos de simulação baseado no agente em finanças.

3.1. Economia computacional: definições e campo de aplicação[17]

Define-se Economia Computacional como um campo de pesquisa multidisciplinar que utiliza técnicas da Ciência da Computação, Ciência Econômica, Finanças, Administração, Estatística e Econometria. Ela investiga principalmente temas associados à modelagem computacional de sistemas econômicos. Estes sistemas podem ser:

(i) baseados no agente;
(ii) de equilíbrio geral,
(iii) macroeconômicos;
(iv) de expectativas racionais;
(v) de econometria ou estatística computacional;
(vi) de finanças computacionais;
(vii) ferramentas computacionais para a concepção dos mercados de internet automatizados;

[17] Esta seção baseia-se em Passos (2012) e Miranda (2002).

(viii) ferramentas de programação especificamente projetadas para a economia computacional e ferramentas pedagógicas para o ensino da economia computacional.

Algumas dessas áreas são exclusivas da economia computacional. Outras estão relacionadas fortemente à áreas típicas da Economia, tratando de problemas que são praticamente impossíveis de serem abordados sem a utilização intensiva de computadores e métodos quantitativos Amman, Kendrick e Hurst (1996).

A economia computacional utiliza softwares específicos (destinados a aplicações em Economia, Matemática, Engenharia, Estatística e Econometria) para resolver questões que necessitem de modelagem aplicada à situações econômicas analítica e estatisticamente formuladas. Como exemplo, pode-se citar o programa de pesquisa que modela o comportamento de agentes econômicos e que chega a tratar de economias inteiras inseridas em sistemas dinâmicos de agentes que interagem entre si, conforme Page (2008) e Brenner (2006).. Dessa forma, este programa é uma adaptação econômica de sistemas adaptativos complexos.

No modelo computacional baseado no agente (ACE ou *agent-based computational model*) o termo "agente" é definido como "objetos computacionais modelados para interagir de acordo com as regras".

Os agentes podem representar entes biológicos, físicos e/ou sociais. O pressuposto teórico de otimização matemática com agentes em equilíbrio é substituído pelo postulado menos restritivo de agentes com racionalidade limitada que se adaptam, em situações descritas ou não pela teoria dos jogos, às condições de mercado.

Um modelador quando elabora um modelo ACE geralmente parte de condições iniciais. O objetivo dos modelos ACE é, por meio das interações dos agentes, desenvolver ao longo do tempo testes de resultados teóricos e confrontá-los com dados reais, de tal maneira que sejam acumuladas evidências empíricas após trabalhos sucessivos Testfasion (2006).

3.2. Aplicabilidade e os princípios básicos

O grande poder computacional e o progresso da engenharia de softwares na atualidade permite ao economista, o desenvolvimento de novas ferramentas para avaliar e explorar as teorias econômicas. A teoria econômica convencional usa a computação com dois propósitos: análise empírica de dados e equilíbrios nos modelos convencionais. Assim, essas atividades resolvem problemas de otimização e sistemas não-lineares de equações. De outra forma, a

economia computacional baseada no agente[18] (ACE) concentra-se em modelos dinâmicos complexos para analisar teorias alternativas do comportamento econômico, através do método de simulação, de acordo com Judd (2006, p.883).

O processo de simulação refere-se a um instrumento disponível para a pesquisa operacional, ao qual permite a construção de cenários, tendo os seguintes objetivos: (i) análises e avaliações de desempenho dos sistemas; (ii), propor soluções para o aperfeiçoamento; e (iii) a orientação para o processo da tomada de decisão do analista. Este procedimento permite a utilização dos parâmetros econômicos e técnicos em vários campos de atuação, como: economia, administração, informática e as engenharias. Nesta dissertação, emprega-se este método de simulação computacional para mensurar o valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa.

Banks e Carson (1984), e Shannon (1975) descrevem os princípios básicos do modelo de simulação computacional:

- Simplicidade no modelo;
- Ser evolucionário, incorporando outras características com menor grau de complexidade;
- Objetivos e propostos definidos e direcionados;
- Atualizável e adaptativo;
- Completo em questões importantes;
- Participação do usuário.

3.3. Simulações Computacionais: Características Gerais[19]

Naylor (1971), Menner (1995) e Winston (1994), classificam os modelos de simulação como:

- Modelos estáticos: representa o estado de um sistema em um instante determinado ou que não considera o fator tempo;
- Modelos dinâmicos: que são estabelecidos com desígnio de representar as alterações de estado do sistema ao longo do tempo considerado pela simulação;

[18] *Agent-based computational economics* (ACE).

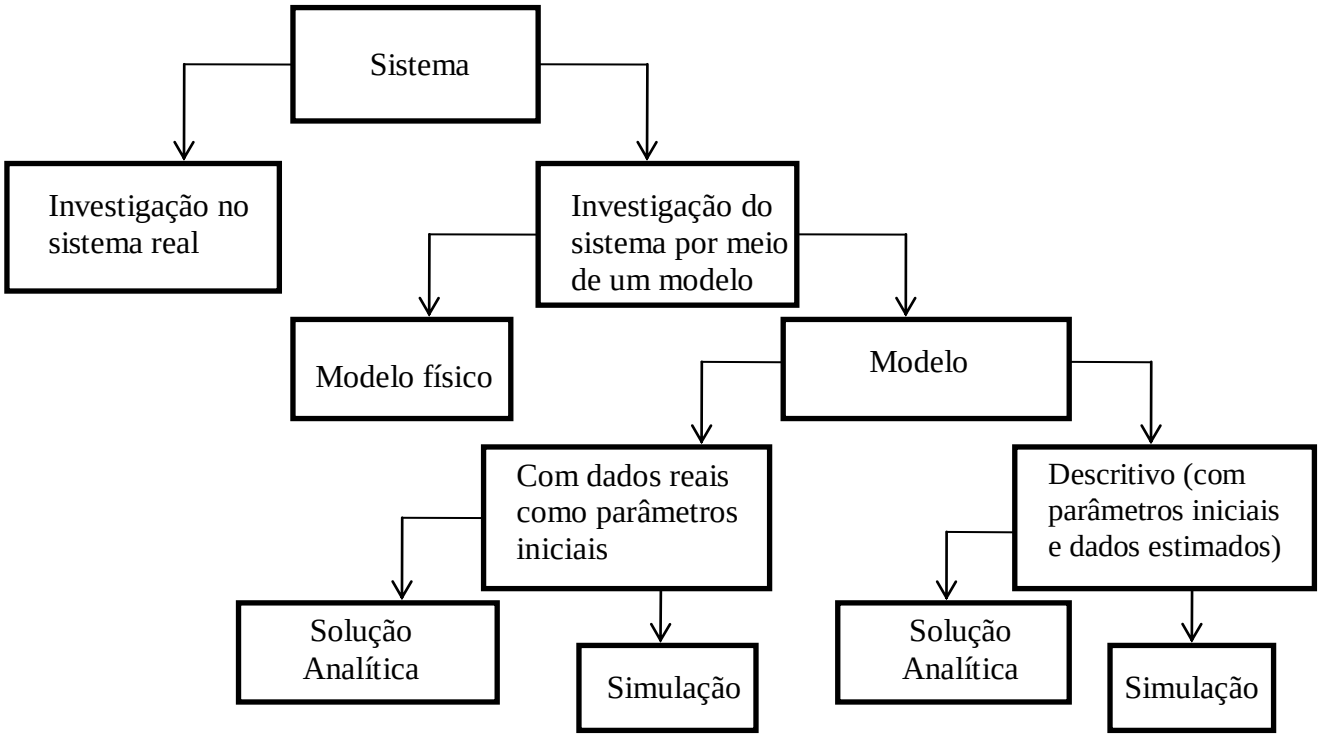
[19] Subseção baseada em Passos (2008).

- Modelos determinísticos**:** são determinísticos os que em suas formulações não fazem uso de variáveis aleatórias;
- Modelos estocásticos: que podem aplicar uma ou mais variáveis aleatórias;
- Modelos discretos: o avanço da contagem de tempo na simulação acontece por acréscimos cujos valores podem ser determinados pela ocorrência de eventos ou pela consignação do valor fixo; os valores das variáveis de estado do sistema podem ser determinados nos instantes de atualização da contagem de tempo;
- Modelos contínuos: as variáveis se modificam ao longo do tempo simulado.

Para uma definição de simulação, pode-se afirmar que ela é uma técnica que, ao representar dinamicamente um sistema[20] em um modelo, permite ao pesquisador a elaboração de experiências. Com efeito, ao elaborar-se um modelo a partir de um sistema, tenta-se apreender a realidade[21] e reduzi-la a proporções manipuláveis. Desta forma, o pesquisador pode analisar, a partir da alteração de algumas variáveis do sistema, em que extensão e em que sentido ele será afetado. Um sistema pode ser real ou transfigurado em um modelo. Este modelo pode ser físico ou matemático. No caso de modelos matemáticos, eles podem utilizar dados reais como parâmetros iniciais (modelos matemáticos aplicados) ou podem fixar parâmetros iniciais com base em estimativas (modelos matemáticos descritivos). Em ambos os casos os modelos matemáticos podem ter solução analítica fechada ou ter resultados determinados pelos processos de simulação (figura 1).

[20]Um sistema é, por definição, um conjunto de componentes e variáveis inter-relacionadas.
[21]Obviamente, com considerável perda de sua complexidade intrínseca.

Figura 1 – Formas de estudo de um sistema



Fonte: Law e Kelton (1991) citado por Passos (2008, p. 36).

Conforme o número de equações do sistema no qual o modelo se baseia, ele pode ser classificado como uni ou multiequacional. Neste trabalho, utiliza-se um modelo matemático dinâmico e intertemporal, uniequacional de simulação do valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa baseado no agente.

O método de simulação contempla benefícios em sua aplicação, Shannon (1975) e Lustosa et. al.(2004) expõem cinco vantagens:

a) economia de recursos que a utilização de modelos matemáticos permite, além do fato de que tal utilização permite ao pesquisador realizar inferências sobre um sistema real sem interferir no funcionamento do mesmo.
b) elaboração de cenários caracterizados pela incerteza associada à flexibilidade de se trabalhar com a fixação de parâmetros iniciais. Assim, quando ocorrem mudanças no sistema real (que para um economista pode ser representativo de um problema

macro, meso ou microeconômico), o pesquisador pode ajustar os parâmetros iniciais alterados por tais mudanças e a simulação é automaticamente realizada[22].

c) os sistemas com muitas variáveis aleatórias só podem ser analisados por intermédio do emprego da simulação. A complexidade destes sistemas inviabiliza a solução analítica das equações que os formam.

d) relacionada à comparabilidade das alternativas de operação. Trata-se de uma vantagem expressiva, uma vez que podemos analisar de forma comparativa diferentes conjuntos de resultados o que no caso da Macroeconomia, significa o mesmo que comparar diferentes conjunturas, na analise de curto prazo, ou mudanças estruturais significativas, na analise de longo prazo.

e) à avaliação das interações existentes entre as variáveis que compõem o sistema. No caso do modelo deste artigo esta vantagem é significativa, na medida em que, por se tratar de um modelo complexo a análise das suas interações oferece muitos insights para outras investigações empíricas.

Ainda de acordo com Shannon (1975), os métodos de simulação apresentam quatro desvantagens:

a) custo elevado dos bons modelos de simulação, dado que eles demanda um longo e complexo processo de elaboração.

b) variações dos resultados das simulações que, em certas ocasiões, podem ser difíceis de serem analisados.

c) as simulações permitem a modelagem de sistemas reais em alto nível de detalhamento. Este fato, associado às múltiplas alternativas de calibragem destes sistemas podem tornar a analise do modelo tão complexa quanto a analise do sistema real, de acordo com Werker e Brenner (2004).

d) as simulações não apresentam soluções ótimas para determinados problemas.

A implementação de modelos matemáticos de simulação computacional estabelece o uso de linguagens de programação como: FORTRAN, C, C+ e PASCAL; linguagens de

[22]As simulações a que o texto repetidamente se refere são simulações computacionais. Ocorre que o processo de simulação não precisa necessariamente ser feito com o uso de computadores. No passado foram feitas simulações sem o uso de computadores. O jogo de xadrez é um modelo de simulação de combate com múltiplos estágios.

simulação como SLAM, GPSS, GASP, POWERSIM, ARENA e EXTEND; e também softwares matemáticos mais populares como o Excel; e mais científicos como: Mathematica, Maple, Matlab entre outros.

3.3.1. Verificação, Validação e Implementação

Em modelos de simulações, um dos trabalhos mais árduos é a comprovação da fidedignidade do sistema em estudo. Menner (1995) recomenda três preceitos importantes que são: verificação, validação e implementação. Assim, esses preceitos devem ser observados, de acordo com o referido autor, nas várias fases do desenvolvimento de um modelo.

No que tange ao preceito de verificação, ele compreende um conjunto de ações para certificar se a forma conceitual empregada na formulação do modelo foi transcrita com precisão nas linguagens de programação ou de simulação. Neste preceito, é recomendável:

1) usar mais de uma pessoa para a revisão conceitual;
2) rodar o programa para um conjunto variado de situações analisando os dados de saída;
3) rastrear o programa verificando a execução dos procedimentos,
4) cuidar da análise dos gráficos;
5) avaliar a comparação dos valores gerados pelo uso de distribuições aos valores observados em sistemas reais.

No modelo computacional desenvolvido e implementado nos capítulos seguintes foram considerados o quarto e o quinto preceitos defendidos por Menner (1995). Não foi necessário seguir os outros preceitos, considerando os objetivos do trabalho e a concepção do modelo, como se verá adiante. A análise dos gráficos gerados pelo modelo de simulação é feita na subseção do capítulo 5, comparando a avaliação do valor intrínseco do Ibovespa com o valor de mercado do mesmo, dadas as variações nas taxas de juros de curto prazo e esperada.

O preceito de validação corresponde, às ações utilizadas para analisar se o modelo representa com confiabilidade o sistema de estudo. Este procedimento pode ser conduzido, junto com o preceito de verificação, pelo qual imprimirá maior fidedignidade ao modelo. Ademais, existem validações estatísticas e subjetivas. A estatística incide no emprego de técnicas como análise de variância, intervalos de confiança, testes de hipótese, ajustamento de curvas, análises de regressão e análises de séries temporais. A validação subjetiva é

aconselhada quanto não há possibilidade de explorar profundamente o sistema em estudo. Utiliza-se, neste caso, o Teste de Turing[23], em que compara o grau de similaridade entre a exposição das informações geradas pelo modelo com as obtidas pelo sistema real em um mesmo formato. Contudo, a validação dá-se a partir do consenso entre um sistema real e por especialistas, os quais procedem ao julgamento do modelo, segundo lógicas associadas ao sistema em estudo.

Por fim, o preceito da implementação, segundo Winston (1994), deve-se obedecer as seguintes normas:

1) Desenvolver modelos interativos com os potenciais usuários, ou seja, necessita de: (I) examinar os termos técnicos usuais; (II) coletar dados relevantes a serem utilizados no desenvolvimento do modelo; (III) aproveitar as teorias existentes relativas ao sistema em estudo, (IV) analisar outros modelos desenvolvidos anteriormente e; (V) inclusão da experiência e a intuição na formulação do modelo.
2) Testar as considerações empíricas utilizadas através de análises de sensibilidade[24]. Neste sentido, certificam-se os resultados da simulação são impactados mediante as variações nos valores das variáveis de entrada e parâmetros do sistema.
3) Determinar a medida da representatividade dos dados gerados. Este procedimento é decisivo na confrontação das informações geradas pelo método com as obtidas do sistema real e o nível de precisão irá depender dos propósitos da utilização do modelo.

3.4. Modelos de Simulação Baseado no Agente

Um sistema de simulação baseado no agente complexo, de acordo com Flake (1998) apresenta as seguintes propriedades:

---

[23]**Teste de Turing** é um teste proposto por Alan Turing em sua publicação de 1950, chamada "Computing Machinery and Intelligence" cujo objetivo era determinar se máquinas podem exibir comportamento inteligente. No exemplo original de Turing, um juiz humano conversa em linguagem natural com um humano e uma máquina criada para ter desempenho indistinguível do ser humano, sem saber qual é máquina e qual é humano. Se o juiz não pode diferenciar com segurança a máquina do humano, então é dito que a máquina passou no teste.

[24] Este preceito de implementação neste trabalho, desempenha um papel fundamental, pois as análises de sensibilidade afetam os valores intrínsecos da carteira teórica do Ibovespa.

- O sistema é composto por unidades que interagem;
- O sistema exibe propriedades emergentes, isto é, as propriedades resultantes das interações das unidades que não são propriedades das unidades individuais em si.

Essas propriedades de um sistema complexo podem ser adaptivas, o que inclui o planejamento das unidades, sendo direcionadas por objetivos e com controle do ambiente onde está inserido o sistema para facilitar tais objetivos. Tesfatsion (2006) descreve que a metodologiada ACE é uma abordagem para o estudo de sistemas econômicos vistos como sistemas complexos adaptativos. De tal modo, que o modelador do ACE inicia computacionalmente a construção de um sistema econômico que compreende vários agentes que interagem (as unidades). O modelo então recua para observar o desenvolvimento do mundo ao longo do tempo.

> "*Cada agente é uma parte encapsulada de software que inclui dados, juntamente com métodos comportamentais do agir sobre esses dados. Alguns destes dados e os métodos são designados como acessíveis publicamente a todos os outros agentes, alguns são designados como particulares e, portanto, não são acessível por quaisquer outros agentes e alguns são designados como protegidos do acesso por todos, mas um subconjunto específico de outros agentes. Os agentes podem se comunicar uns com os outros através de seus métodos públicos e protegidos*". (Tesfatsion, 2006).

Assim, o agente dentro do ACE pode ser autonômo, cuja definição: "*um agente autônomo é um sistema situado dentro e parte de um ambiente ao qual age sobre ele, ao longo do tempo, em busca de sua própria agenda ou de modo a efetivar o que ele sente no futuro*", de acordo com Franklin (1997 a). Dessa forma, o agente na simulação computacional desenvolve sua própria autonomia em alocar seus recursos. Contudo, Camerer (2003) descreve que os agentes podem aprender, ou seja, mudar seu comportamento com base nas experiências passadas, e esse aprendizado é calibrado no ambiente ou sistema econômico.

Ademais, o conceito de agente inteligente está relacionado à racionalidade. De acordo com Russel e Norvig (2003), a racionalidade é associada a quatro fatores:

(a) a medida de desempenho que define critérios de sucesso;

(b) o conhecimento prévio do agente sobre o ambiente;

(c) as ações que o agente é capaz de executar;

(d) a sequência de percepções do agente até o momento.

Estes levam ao significado de agente racional: "*Para cada sequência de percepções possível, um agente racional deve selecionar uma ação que se espera venha maximizar sua medida de desempenho, dada a evidência fornecida pela sequência de percepções e qualquer conhecimento prévio interno do agente*" (Russel e Norvig, 2003).

3.4.1. Modelos de Simulação Baseado no Agente em Finanças

A partir da década de 50, os estudos na área de finanças passam por grandes mudanças tecnológicas, juntamente com a hipótese dos mercados eficientes. Neste cenário, o núcleo de precificação de ativos oferece uma imagem limpa e atraente para os economistas financeiros, porém com divergências, conforme Stickney et al. (2009). Dessa maneira, Lebaron (2006) destaca cinco razões no mercado financeiro que são atraentes para aplicações de métodos baseados em agentes:

- os debates em finanças sobre a eficiência do mercado e da racionalidade dos agentes estão ainda para resolver;
- séries financeiras contêm muitos quebra-cabeças curiosos que não são bem compreendidos;
- os mercados financeiros proporcionam quantidade de preços e de volumes de dados que pode ser analisado;
- os mercados financeiros fornecem uma boa aproximação na medida de lucro bruto através da riqueza ou performance de retorno; e
- existem relações fortes com os resultados experimentais, que em alguns casos operam em escalas reais de tempo.

De modo geral, as pesquisas em relação à eficiência nos mercados financeiros têm um forte apoio teórico e empírico, ao qual não pode ser ignorado. Na esfera teórica, as conclusões de Alchian (1950) e Friedman (1953), apontam que os investidores que não utilizam estratégias racionais tendem a desaparecer, e os investidores que aplicam estratégias racionais, aproximam os fenômenos previsíveis relacionados aos preços próximos a zero. Dessa maneira, os estudos de Rubenstein (2001) validam no meio acadêmico financeiro a ideia da racionalidade geral e o comportamento das empresas. Outro ponto teórico para o debate sobre as teorias de mercado eficiente, é que os mercados são imprevisíveis, conforme Fama (1970) e Cootner (1964). Em relação à imprevisibilidade dos mercados, o modelo de passeio

aleatório parecia aproximar dos preços das ações. Mas, como os mercados não são completamente imprevisíveis, torna-se difícil mensurar.

Os modelos formais de mercados eficientes foram elaborados com a ferramenta da otimização dinâmica, assim como mostra os trabalhos iniciais de Merton (1971), Breedon (1979) e Lucas (1978). Estes modelos formais levaram a um aspecto mais forte de agente representativo, uma vez que, une os preços dos ativos, com a confiança de que uma variável macroeconômica está ligada a outras variáveis. No entanto, essa contribuição de agente representativo foi atacada na literatura por algum tempo, principalmente por Kirman (1992). Grossman e Stiglitz (1980) introduzem o argumento que os agentes têm a opção de compra de um sinal de informação do ativo financeiro, mas em um mundo perfeitamente eficaz não teria motivo para a compra deste sinal. Contudo, a ideia importante de mercados eficientes em modelos computacionais foi inserida por [Delong et.al 1990], que avessos ao risco tipos racionais podem não ser capaz de assumir estratégias menos racionais, porque são sensíveis ao risco induzidos por outros investidores.

Já na esfera empírica, em contraste com o lado teórico, os modelos de simulações baseado no agente também demonstram controversas em relação à eficiência de mercado. Nos anos de 1980 e 1990, começou a surgir carências na hipótese dos mercados eficientes e nas teorias de equilíbrio relacionadas. Tanto em curto como em longo prazo, houve evidências de previsibilidades no mercado, assim como aponta as pesquisas de Campbell e Shiller (1988) e, Lo e MacKinlay (1988). Neste sentido, os antigos métodos voltam a aparecer como o uso de média móvel em técnicas de análises, descritos por Brock et al. (1992). Portanto, Fama (1991) testava em sua obra que não necessariamente a previsibilidade significa que os mercados são ineficientes, sendo que podem ser rentáveis tendo maior risco, de acordo com as pesquisas de Campbell (2000).

Ademais, a volatilidade, o prêmio de risco e as longas oscilações dificultam a explicação dos estudos empíricos financeiros por meio dos modelos tradicionais de precificação de ativos. Lebaron (2006) considera que as falhas estão associadas à macroeconomia de séries temporais para se conectar com o mercado financeiro. Alguns estudos relacionados ao CAPM, e consumo CCAPM, estão nas questões da literatura de finanças acadêmicas[25].

No entanto, após a apresentação das deficiências no mercado financeiro, e nas suas hipóteses, o modelo de simulação baseado em agentes é uma alternativa relevante para tal

[25] Para se aproximar mais neste assunto, ver em: Campbell e Cochrane (1999), e Bansal e Yaron (2004).

estudo. Uma vez que, os dados são largamente disponíveis, série de tempo de preços e volume com mais de 40 anos, fluxos de caixa permitem a realocação dos investidores no mercado financeiro. Finalmente, os dados disponíveis podem ser utilizados para alinhar e calibrar o comportamento do agente; além da verificação, implementação e validação de um modelo de simulação computacional baseado no agente.

4. Modelo Multiagente de Finanças Computacionais

O presente capítulo objetiva apresentar um modelo de finanças computacionais multiagente que, a partir de técnicas de *valuation* de ações e simulação computacional estima uma série temporal semanal dos valores intrínsecos da carteira teórica do Ibovespa e uma série de um indicador de *value investing*. O capítulo está organizado da seguinte forma:

A primeira parte deste capítulo desenvolve a descrição e os módulos do modelo de finanças computacionais multiagente.

A segunda parte apresenta o conceito de "hiato de valor", que pretende ser um indicador para a detecção e mensuração de bolhas no mercado de capitais e de situações em que o valor de mercado do Ibovespa esteja maior do que seu valor intrínseco (*bull market*) ou quando ocorre o inverso (*bear market*).

A terceira contempla a dedução das elasticidades dos hiatos de valor em relação às taxas de juros de curto prazo e esperada.

Por fim, a quarta parte aborda os corolários do modelo multiagente de finanças computacionais.

4.1. Descrição do Modelo

Os modelos computacionais baseados em agentes se caracterizam pela possibilidade de simulação de ações e interações de agentes autônomos (entidades coletivas ou individuais como organizações ou grupos). Tal simulação atende a uma perspectiva de investigação que avalia os efeitos dos comportamentos de tais agentes no sistema. Este modelo computacional é um modelo de simulação multiagente que estima uma série de valor intrínseco do Ibovespa a partir da agregação das estimativas dos valores intrínsecos de cada uma de suas ações, tendo em vista o comportamento dos acionistas destas mesmas.

A concepção do modelo é simples, embora articule técnicas relativas às áreas de finanças (modelo de *valuation* de ações), economia computacional, econometria de séries temporais e macroeconomia financeira. Ele simula as operações simultâneas e as interações de múltiplos agentes, com o escopo de tentar descrever e prever um fenômeno complexo que é a avaliação simultânea de todas as ações que fazem parte da carteira teórica do Ibovespa e a elaboração de uma série semanal referente ao triênio de 2008 a 2010.

Na análise fundamentalista, as técnicas de avaliação de empresas podem ser *top-down* ou *bottom-up*. Um analista utiliza a primeira técnica quando deseja avaliar, primeiramente, o ambiente macroeconômico, depois o setor no qual a empresa atua e, finalmente, os relatórios

contábeis e a qualidade da gestão da empresa. Inversamente, ele utiliza a segunda técnica quando deseja avaliar, pela ordem, os relatórios contábeis e a gestão da empresa, depois o setor no qual ela atua e, por fim, ao ambiente macroeconômico no qual a empresa está inserida. A abordagem utilizada no modelo é, naturalmente, a *bottom-up*, pois os modelos de simulação computacional baseados no agente geralmente são utilizados para estudar comportamentos complexos que emergem do nível micro dos sistemas para o seu nível macro.

Ademais, os modelos computacionais baseados no agente adotam uma ou mais das seguintes hipóteses: (1) a granularidade dos agentes (multiagentes especificados em várias escalas); (2) uma topologia de interação; (3) regras de aprendizado ou processos adaptativos; (4) um ambiente sem agentes; e (4) uma heurística de tomada de decisão.

Ao contrário de muitos modelos computacionais que utilizam sistemas em equilíbrio ou que se movem próximos de situações de equilíbrio, os modelos de simulação baseados no agente adotam procedimentos relativamente simples que resultam em interações comportamentais dinâmicas mais complexas.

No modelo computacional multiagente cada empresa é avaliada por um agente. Os vários agentes manifestam simplesmente as taxas de crescimento esperadas nos dois estágios de cada empresa que compõe a carteira teórica do Ibovespa.

Supõe-se que os acionistas formam suas expectativas em um ambiente de informação imperfeita no qual incorrem em erros cognitivos. Estes erros estão embutidos no componente Ψ de "estado da confiança" e correspondem àqueles levantados pela literatura de finanças comportamentais e de psicologia do investimento. Conforme Nofsinger (2005, p. 12-13), muitos dos comportamentos dos investidores são derivados da *prospect theory* (a tradução em língua portuguesa pode ser "teoria das possibilidades" ou "teoria das perspectivas"). Esta abordagem teórica descreve como as pessoas estruturam e avaliam uma decisão que envolva incerteza. De acordo com ela, os erros cognitivos, conforme Nofsinger (2005, p. 13-14), são derivados das seguintes fontes:

1) Auto-ilusão: quando os agentes possuem uma auto-imagem melhor do que realmente são.
2) Simplificação heurística: ela existe porque as limitações de recursos cognitivos (como memória, atenção e poder de processamento) forçam o cérebro a buscar

atalhos nas análises complexas. A própria *prospect theory* é tida como um resultado dessa simplificação heurística.

3) Humor: as variações no humor dos agentes podem superar sua capacidade de pensar com um mínimo de razão.

De acordo com Kahneman e Tversky (1972 e 1973), e Statman (1997) os erros de processamento de informação podem levar o investidor a calcular incorretamente as verdadeiras probabilidades de possíveis eventos ou taxas de retorno associadas. Os quatro tipos mais importantes destes desvios descobertos são:

1) Erros de previsão: os agentes podem atribuir, ao fazerem previsões, pesos demasiados à experiência recente em relação às crenças anteriores. Este comportamento é chamado também de "assimetria de memória". Nesse sentido, eles podem apresentar uma propensão a fazerem previsões extremadas, uma vez que há uma incerteza inerente nas suas informações, como relata Shefrin e Statman (1985). Quando, por exemplo, há uma tendência de os agentes fazerem previsões otimistas sobre o lucro de uma empresa, talvez devido a um retrospecto recente favorável, estas previsões apresentam a tendência de ser demasiadamente altas em relação às perspectivas futuras objetivas da empresa. Tal comportamento "infla" o índice preço-lucro (P/L) inicial, dado que ocorreu um otimismo excessivo embutido no preço das ações da empresa. Mas, em períodos seguintes, quando o desempenho da empresa frustra as expectativas iniciais, o investidor acaba por reconhecer o rro. Este efeito chama-se "efeito preço-lucro" e foi estudado por De Bondt e Thaler (1987).
2) Excesso de confiança: os agentes superestimam a precisão de suas crenças ou previsões e tendem a superestimar a sua capacidade de tomar decisões relativas à investimentos. Este excesso de confiança é apontado como o motivo pelo qual a maior parte dos fundos de investimento em ações serem de gestão ativa e não de gestão passiva, conforme Odean (1998). Esta é uma evidência que se contrapõe aos defensores da hipótese do mercado eficiente. As pesquisas de Barber e Odean (2000 e 2001) relacionaram a atividade de negociação e o retorno médio de contas de corretagem de investimentos feitos por homens e mulheres, concluindo que os homens (sobretudos os solteiros) fazem mais transações do que as mulheres, o que confirma a maior ocorrência de excesso de confiança entre os homens (o que é um

comportamento bastante documentado pelos pesquisadores da área de psicologia). Além disso, estes autores também chegaram à conclusão de que este maior número de negociações era indicativo de fragilidade de desempenho do retorno do investimento. Assim, concluíram que realizar negociações em excesso envolvendo ações são "prejudiciais à sua saúde" (o título do artigo destes autores é: "*Trading is hazardous to your health: the common stock investment performance of individual investors"*).

3) Conservadorismo: indica que o investidor é muito conservador e atualiza lentamente suas crenças em face de novas situações ou evidências. Com efeito, ele começa reagindo lentamente às novidades relativas à uma empresa, de modo que os preços das ações desta empresa refletem completamente a nova informação de modo lento ou gradual.
4) Representatividade e negligência do tamanho da amostragem: os agentes muitas vezes não analisam de modo correto o tamanho adequado de uma amostra de dados. Os estudiosos de psicologia do investimento consideram que os agentes acham que uma pequena amostra é tão representativa de uma população quanto uma grande. Assim, eles tiram conclusões muito rápidas e formam um padrão de análise com base em uma amostra muito pequena. Extrapolam as tendências aparentes para um futuro distante demais e este padrão acaba por refletir anomalias de reação exagerada e correção, dado que uma sequência curta de bons dados sobre o lucro ou o alto retorno das ações faz estes investidores reverem suas avaliações sobre o provável desempenho futuro, o que acarreta uma pressão de compra que exacerba a rápida alta do preço. No final das contas, a lacuna entre o preço e o valor intrínseco acaba se tornando clara e o mercado corrige o erro inicial. É interessante observar que, conforme Chopra, Lakonishok e Ritter (1992), as ações de melhor desempenho recente mostram desempenho inverso justamente nos poucos dias próximos ao anúncio de lucros o que sinaliza que a correção ocorre assim que o investidor descobre que suas crenças iniciais tenderam ao exagero.

As considerações anteriores se referem, tal como já foi mencionado, aos aspectos comportamentais relativos a agentes que não processam perfeitamente as informações dos mercados financeiros, o que é o caso dos vários agentes do modelo desenvolvido na próxima seção. Nesse sentido, cabe mencionar que mesmo os agentes que processam perfeitamente as

informações – o que não ocorre com os agentes deste modelo - podem tomar decisões não completamente racionais usando tais informações. Neste caso, se considera que existe uma assimetria comportamental que afeta o modo como o investidor conceitualiza questões relativas à relação entre risco e retorno.

4.2. Apresentação do Modelo Multiagente de Finanças Computacionais

O modelo de finanças computacionais multiagente foi desenvolvido por Passos (2012), ao qual utilizou o software *Mathematica* 7. O uso deste *software* é justificado pela sua maior capacidade de operar cálculos com matemática simbólica (ou álgebra literal). Estes cálculos são comuns na elaboração dos modelos que compõem as teorias macro e microeconômicas, e também de modelos computacionais.

Ele está estruturado em quatro módulos: (i) Elaboração do fluxo de caixa; (ii) Modelo de desconto intertemporal de dois estágios; (iii) Valor intrínseco da Empresa; (iv) Indicador de hiato de valor do Ibovespa.

4.2.1. Módulo 1 – Fluxo de caixa

O primeiro módulo do modelo computacional multiagente se baseia na técnica de fluxos de caixa descontado (FCD), ao qual é considerado o mais completo e empregado nas avaliações da parte acionária ou da empresa como um todo. De acordo com Damodaran (2012), as empresas que têm uma alavancagem[26] muito alta são melhores avaliadas utilizando-se a abordagem do fluxo de caixa da empresa (FCFF ou *Free Cash Flow to the Firm*). Assim sendo, o modelo computacional admite, por hipótese, o FCFF. Tal hipótese corresponde à realidade, pois pela análise dos demonstrativos contábeis das empresas durante o período da pesquisa comprovam o financiamento com capitais de terceiros.

O FCFF é encontrado a partir do EBIT[27] (lucro antes dos juros e tributos sobre o lucro), conforme a identidade contábil:

$$FCFF = EBIT \cdot (1 - porcentual\ de\ juros) + Depreciação - Desembolsos\ de\ capital - Variação\ do\ capital\ de\ giro \quad (9)$$

Na tabela 7, abaixo, detalham-se o significado dos termos da equação acima e as fontes das quais estes dados foram retirados.

---

[26] As companhias alavancadas se financiam com capitais de terceiros, de acordo com Damodaran, (2009 e 2011); Martins (2011); e Bisciari, Durré e Nyssens, (2003).

[27] *Earnings before interest and taxes*".

Tabela 6 – Contas utilizadas para o cálculo do fluxo de caixa

Sinal da operação	Item do FCFF	Significado	Fonte dos dados em t e em períodos anteriores
(=)	RV_t	Receitas Líquidas de Vendas no período t.	Demonstrativo dos Resultados em t.
(-)	CV_t	Custo de Vendas em t.	Demonstrativo dos Resultados em t.
(-)	DO_t	Despesas Operacionais em t.	Demonstrativo dos Resultados em t.
(=)	$EBIT_t$	EBIT em t.	
(+)	Depreciação/Amortização	Depreciação/Amortização em t.	Demonstrativo do Fluxo de Caixa em t.
(-)	IR + Contribuição Social	IR + Contribuição Social em t.	Demonstrativo dos Resultados em t.
(=)	Geração de Caixa Operacional	Geração de Caixa Operacional em t.	
(-)	Investimentos Permanentes Circulantes (Capital de Giro)	Investimentos Permanentes Circulantes (Capital de Giro) em t.	Demonstrativo dos Resultados Balanço Patrimonial em t.
=	FCFF	FCFF em t.	Resultado Final em t.

Fonte: Passos (2012).

Os fluxos de caixa do modelo foram extraídos de 816 demonstrativos contábeis[28] das empresas, referentes ao período de 2008 a 2010. Os fluxos de caixa das empresas foram estimados utilizando o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para o biênio de 2011-2012. Este método, procurar encontrar o melhor ajuste em um conjunto de dados, tendo em vista, uma coleta de fluxos de caixa desde 2000, em grande parte das empresas. Portanto, o MQO reuniu as informações passadas e estimou para o período de dois anos.

4.2.2. Módulo 2 – Modelo de desconto Intertemporal

O segundo módulo contempla o horizonte de tempo das projeções dos fluxos de caixas a serem descontadas. Um ponto importante ao projetar o fluxo de caixa de uma empresa, é a decisão de quantos períodos ou estágios são necessários para atingir a perpetuidade. Segundo Martins (2011) os principais aspectos relacionados com a definição do período de projeção são:

1. Preços dos produtos;
2. Volume de vendas;

[28] Estas informações são os demonstrativos financeiros padronizados que se encontram no sítio da Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

3. Custos de matérias-primas;
4. Despesas operacionais; e
5. Variáveis macroeconômicas[29] (juros, câmbio e etc.)

Para Cuthberthson e Nietzsche (2004), o período de maturação[30] da empresa pode ser dividido em um, dois, três ou quatro estágios, de acordo com a característica de cada uma. Como um dos objetivos do modelo é a construção da série de valores intrínsecos semanal das empresas que compõem o Ibovespa, adotam-se, por hipótese simplificadora dois estágios. Ou seja, presume que o primeiro estágio seja o curto prazo e o segundo estágio seja um horizonte temporal infinito (no qual há uma perpetuidade). Em modelos de *valuation* com dois estágios adota-se a hipótese simplificadora de que as empresas não vivenciarão nenhuma mudança extraordinária nos próximos anos, mas ainda sofrerão algumas transformações em sua estrutura de capital, padrões de crescimento e produtividade. Assim sendo, o ideal é projetar um período de ajuste (o primeiro estágio). Nele, a política de dividendos também não será definitiva até atingir o segundo estágio, no qual existe a perpetuidade. Neste primeiro estágio espera-se um grau de crescimento diferenciado com investimentos líquidos, tanto em capital fixo como em capital de giro, também maiores. A fórmula do primeiro estágio[31] é:

$$IV_A = \frac{FCFF_1}{(1+i_b)^1} \qquad (10)$$

Onde: IV_A é o valor intrínseco no primeiro estágio; $FCFF_1$ corresponde ao fluxo de caixa no período presente e i_b é a taxa de juros de curto prazo definida pelo Copom[32]. Todas estas variáveis são calculadas em base semanal.

O valor intrínseco no estágio 1 é igual ao somatório de uma fórmula simples de desconto composto para um único período, na qual inserimos a taxa i_b (taxa de juros de curto prazo, como mostra a equação 10) para substituir o custo médio ponderado de capital de cada empresa (WACC), que é usualmente adotada nos manuais de finanças e de *valuation*. A hipótese subjacente é a de que as empresas que compõem a carteira teórica do Ibovespa possuem como "proxy" do custo de capital a taxa Selic de curto prazo definida pelo Copom.

[29]Este estudo avalia as variáveis microeconômicas, sobretudo a variável macroeconômica - taxa de juros básica (Selic).
[30] Maturação: período de transição e acomodação do retorno e risco da empresa.
[31] Para uma discussão sobre esta fórmula, ver Damodaran (1996, p. 301), McKinsey & Co. (2000), Schmidt e Santos (2006, p. 38) e Póvoa (2007, p.130).
[32]Comitê de Política Monetária do Banco Central do Brasil

Trata-se de uma hipótese simplificadora e útil, na medida em que permite a agregação de todas as empresas do Ibovespa sem recorrer a cálculos contábeis individuais trabalhosos (o que inviabilizaria a aplicabilidade do modelo). Ademais, tal hipótese não é irrealista, pois as empresas que representam a maior composição da carteira teórica do Ibovespa são em geral tomadoras de recursos do Banco nacional do Desenvolvimento (BNDES), cujos empréstimos são contratados a taxas menores do que a taxa Selic definida pelo Copom. Assim, admite-se que WACC nas grandes empresas pertencentes ao Ibovespa não está muito distante da taxa i_b.

O segundo estágio considera o resultado líquido dos fluxos de caixa corresponde a uma perpetuidade. Assaf Neto (2010), o segundo estágio é o "período que o investimento passa a ser remunerado em percentual bastante próximo ao da taxa mínima de retorno requerida pelos provedores de capital (credores e acionistas)". A fórmula de desconto intertemporal do segundo estágio:

$$IV_B = \frac{FCFF_3/(i_e - g_2)}{(1+i_e)^2} \qquad (11)$$

Onde: IV_B é o valor intrínseco no segundo estágio; $FCFF_3$ corresponde ao fluxo de caixa no segundo estágio; i_e é a taxa de juros de curto prazo definida pelo Copom; g_2 taxa de crescimento no estágio 2. Todas estas variáveis são calculadas em base semanal.

Trata-se de uma fórmula de desconto referente ao estágio 2, na qual se insere uma taxa de crescimento esperada (g_2) e uma taxa de juros esperada. A fonte da primeira taxa é uma média geométrica na qual se insere a variação do lucro por ação definida no período de 2001 2010 e somada a um componente de "estado da confiança" do investidor (ψ)[33]. A fonte da segunda taxa (i_e) é o relatório Focus divulgado semanalmente pelo Banco Central.

A inspiração de finanças computacionais do modelo reside nas duas fórmulas anteriores e na estimação dos fluxos de caixa baseados nas empresas. Por outro lado, a formulação das taxas intertemporais de desconto (i_b *e* i_e) permite a integração entre os dados financeiros dos fluxos de caixa, a variável de política monetária (taxa Selic definida pelo Copom) e as regras de decisão do agente representativo para seu comportamento. Neste

[33]Utiliza-se uma variável de *animal spirit* (Ψ) referente à disposição para investir dos acionistas. Tal variável corresponde a um índice de rentabilidade média do Patrimônio Líquido Ajustado, do período de 1996-2010 (fonte: revista Exame). A mesma, também foi utilizada para calibragem do modelo com base das alterações semanais no estado de confiança dos investidores em relação às ações da empresa em questão. O *animal spirit* (Ψ) é incorporado no cálculo de g_2. Assim, tem-se $g_2 = \Phi_{96-09} + \Psi$.

sentido, o modelo computacional é *agent-based* (porém com vários agentes ou multiagente) e as duas taxas de desconto intertemporal podem ser entendidas como taxas mínimas de atratividade para os múltiplos agentes que o compõem.

4.2.3. Módulo 3 – Valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa

O terceiro módulo do modelo computacional considera o valor intrínseco da empresa e da carteira teórica do Ibovespa, como um todo. Em termos gerais, o modelo computacional é composto pela soma dos valores intrínsecos referentes aos dois estágios. Assim, temos o Valor Intrínseco semanal para uma empresa:

$$IV = IV_A + IV_B \qquad (12)$$

Ou:

$$IV_A + IV_B = \sum_{t=\infty}^{2} \frac{FCFF_1}{(1+i_b)^t} + \frac{FCFF_3/(i_e - g_2)}{(1+i_e)^2} \qquad (12')$$ [34]

De acordo com a metodologia descrita no modelo são gerados 68 resultados de valores intrínsecos (calculados a partir dos fluxos de caixa descontados). O modelo gera, portanto, 68 séries temporais semanais de valores intrínsecos das ações que fazem parte da carteira teórica do Ibovespa. Estas séries são semanais e possuem 156 (de 2008 a 2010) observações cada uma. Esses resultados são colocados em uma matriz na qual as semanas estão dispostas em colunas e os valores intrínsecos semanais das ações dispostas em linhas, temos que a soma dos valores de cada vetor-linha corresponde ao valor intrínseco semanal da carteira teórica do Ibovespa. Cabe frisar, que cada empresa tem um peso diferente na série dos valores intrínsecos.

$$IV_{pt} = \left[\begin{pmatrix} IV^1_{\ 1} & \cdots & IV^{68}_{\ 1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ IV^1_{\ 156} & \cdots & IV^{68}_{\ 156} \end{pmatrix} \right] \qquad (13)$$

[34] Adaptação da fórmula geral do Damodaran (2012). Assume-se como pressuposto do modelo que o menor valor intrínseco possível equivale ao valor patrimonial da ação da empresa. Isto ocorre porque, na hipótese de uma queda significativa das ações de uma empresa, os seus sócios estariam dispostos a vendê-la por, no mínimo, um valor equivalente ao seu patrimônio. Este pressuposto também é útil para evitar que empresas com fluxos de caixa negativos gerem estimativas negativas de valores intrínsecos.

Onde: IV_{pt} corresponde ao valor intrínseco do Ibovespa; IV^{1}_{1} é o valor intrínseco da 1ª empresa e 1ª semana, IV^{1}_{156} é valor intrínseco da 1ª empresa e 156ª semana; IV^{68}_{1} é o valor intrínseco da 68ª empresa e 1ª semana e IV^{68}_{156} é o valor intrínseco da 68ª Empresa e 156ª Semana.

A partir desta matriz, atinge-se o objetivo gerar desta dissertação, ao qual o modelo de simulação computacional permite mensurar uma série temporal semanal dos valores intrínsecos do Ibovespa no triênio de 2008-2010.

4.2.4. Módulo 4 – Indicador do Hiato de Valor do Ibovespa

O quarto módulo define o conceito de hiato de valor, que pretende ser um indicador para detectar bolhas no mercado de capitais ou situações de *bull market* (mercado em alta) e de *bear market* (mercado em baixa). Este hiato é determinado a partir de uma série temporal semanal constituída pela diferença entre os valores de mercado (número de ações x quantidade) e os valores intrínsecos (determinados na seção anterior) que formam a carteira teórica do Ibovespa, tal como exprime a equação matricial abaixo:

$$HV_{(68\times1)} = \begin{bmatrix} HV_1^1 \\ HV_1^2 \\ \vdots \\ HV_1^{68} \end{bmatrix}_{(68\times1)} = \begin{bmatrix} MV_1^1 \\ MV_1^2 \\ \vdots \\ MV_1^{68} \end{bmatrix}_{(68\times1)} - \begin{bmatrix} IV_1^1 \\ IV_1^2 \\ \vdots \\ IV_1^{68} \end{bmatrix}_{(68\times1)} \qquad (14)$$

Onde: $HV_{(68x1)}$ é o hiato de valor; $MV_{(68x1)}$ corresponde ao valor de mercado; e $IV_{(68x1)}$ é o valor intrínseco. Todas estas variáveis são calculadas para uma semana e 68 empresas que constituem a carteira teórica do Ibovespa.

Esses resultados são colocados em uma matriz na qual as semanas estão dispostas em linhas e os valores intrínsecos semanais das ações dispostas em colunas, temos que a subtração dos valores de cada vetor-linha corresponde ao hiato de valor. Conforme se observa na equação abaixo, de outra forma mais agregada com todo o período da pesquisa, temos:

$$HV_{(68\times156)} = \begin{bmatrix} HV_1^1 & HV_2^1 & \dots & HV_{156}^1 \\ HV_1^2 & HV_2^2 & \dots & HV_{156}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ HV_1^{68} & HV_2^{68} & \dots & HV_{156}^{68} \end{bmatrix}_{(68\times156)} = \begin{bmatrix} MV_1^1 & MV_2^1 & \dots & MV_{156}^1 \\ MV_1^2 & MV_2^2 & \dots & MV_{156}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ MV_1^{68} & MV_2^{68} & \dots & MV_{156}^{68} \end{bmatrix}_{(68\times156)} - \begin{bmatrix} IV_1^1 & IV_2^1 & \dots & IV_{156}^1 \\ IV_1^2 & IV_2^2 & \dots & IV_{156}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ IV_1^{68} & IV_2^{68} & \dots & IV_{156}^{68} \end{bmatrix}_{(68\times156)}$$

Ressaltando o resultado da matriz de hiato de valor e utilizando uma notação alternativa, temos:

$$HV_{(68\times156)} = MV_{(68\times156)} - IV_{(68\times156)} \tag{15}$$

onde:

$$HV_{(68\times156)} = \begin{bmatrix} MV_1^1 - IV_1^1 & MV_2^1 - IV_2^1 & \dots & MV_{156}^1 - IV_{156}^1 \\ MV_1^2 - IV_1^2 & MV_2^2 - IV_2^2 & \dots & MV_{156}^2 - IV_{156}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ MV_1^{68} - IV_1^{68} & MV_2^{68} - IV_2^{68} & \dots & MV_{156}^{68} - IV_{156}^{68} \end{bmatrix}_{(68\times156)} \tag{16}$$

$$HV_{(68\times156)} = \begin{bmatrix} MV_1^1 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,1}-g_{e,1,1})}{(1+i_{e,1})^2} & MV_2^1 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,2})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,2}-g_{e,2,1})}{(1+i_{e,2})^2} & \dots & MV_{156}^1 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,156}-g_{e,156,1})}{(1+i_{e,156})^2} \\ MV_1^2 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^2/(i_{e,1}-g_{e,1,2})}{(1+i_{e,1})^2} & MV_2^2 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,2})^1} + \frac{FCFF_3^2/(i_{e,2}-g_{e,2,2})}{(1+i_{e,2})^2} & \dots & MV_{156}^2 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^2/(i_{e,156}-g_{e,156,2})}{(1+i_{e,156})^2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ MV_1^{68} - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^{68}/(i_{e,1}-g_{e,1,68})}{(1+i_{e,1})^2} & MV_2^{68} - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,2})^1} + \frac{FCFF_3^{68}/(i_{e,2}-g_{e,2,68})}{(1+i_{e,2})^2} & \dots & MV_{156}^{68} - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^{68}/(i_{e,156}-g_{e,156,68})}{(1+i_{e,156})^2} \end{bmatrix}_{(68\times156)}$$

Para facilitar a leitura da matriz acima, omite-se a sua segunda coluna.

$$HV_{(68\times156)} = \begin{bmatrix} MV_1^1 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,1}-g_{e,1,1})}{(1+i_{e,1})^2} & \dots & \dots & MV_{156}^1 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,156}-g_{e,156,1})}{(1+i_{e,156})^2} \\ MV_1^2 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^2/(i_{e,1}-g_{e,1,2})}{(1+i_{e,1})^2} & \dots & \dots & MV_{156}^2 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^2/(i_{e,156}-g_{e,156,2})}{(1+i_{e,156})^2} \\ \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ MV_1^{68} - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^{68}/(i_{e,1}-g_{e,1,68})}{(1+i_{e,1})^2} & \dots & \dots & MV_{156}^{68} - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^{68}/(i_{e,156}-g_{e,156,68})}{(1+i_{e,156})^2} \end{bmatrix}_{(68\times156)} \tag{17}$$

Retornando à matriz (17), é possível particioná-la nos seguintes vetores-linha:

$$HV^1_{(1\times156)} = \begin{bmatrix} MV_1^1 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,1}-g_{e,1,1})}{(1+i_{e,1})^2} & \dots & MV_{156}^{68} - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,156}-g_{e,156,68})}{(1+i_{e,156})^2} \end{bmatrix}_{(1\times156)}$$

$$HV^2_{(1\times156)} = \begin{bmatrix} MV_1^2 - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,1})^1} + \frac{FCFF_3^2/(i_{e,1}-g_{e,1,2})}{(1+i_{e,1})^2} & \dots & MV_{156}^{68} - \sum_{t=1}^{1}\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,156})^1} + \frac{FCFF_3^1/(i_{e,156}-g_{e,156,68})}{(1+i_{e,156})^2} \end{bmatrix}^2_{(1\times156)} \tag{18}$$

$$\vdots$$

$$HV^{68}_{(1\times156)} = \left[MV^{68}_{1} - \sum_{t=1}^{1} \frac{FCFF^{68}_{1}}{(1+i_{b,1})^{1}} + \frac{FCFF^{68}_{3} \big/ (i_{e,1} - g_{e,1,68})}{(1+i_{e,1})^{2}} \quad \ldots \quad MV^{68}_{156} - \sum_{t=1}^{1} \frac{FCFF^{1}_{1}}{(1+i_{b,156})^{1}} + \frac{FCFF^{1}_{3} \big/ (i_{e,156} - g_{e,156,68})}{(1+i_{e,156})^{2}} \right]_{(1\times156)}$$

Somando-se os vetores-linha acima - que representam as 68 séries semanais de hiatos de valor de todas as ações componentes da carteira teórica do Ibovespa - obtém-se a série agregada semanal de hiato de valor do Ibovespa, tal como segue:

$$\sum_{t=1}^{68} HV_{(1\times156)} = \left[HV^{1}_{1} + \ldots + HV^{68}_{1} \quad HV^{1}_{2} + \ldots + HV^{68}_{2} \quad \ldots \quad HV^{1}_{156} + \ldots + HV^{68}_{156} \right]_{(1\times156)} \quad (19)$$

Esta série refere-se às 156 semanas do triênio de 2008-2010.

Retomando o conceito de hiato de valor e considerando o sistema de vetores-linha em (18), tem-se:

$$\sum_{t=1}^{68} HV_{(1\times156)} = \left[(MV^{1}_{1} - IV^{1}_{1}) + \ldots + (MV^{68}_{1} - IV^{68}_{1}) \quad \ldots \quad (MV^{1}_{156} - IV^{1}_{156}) + \ldots + (MV^{68}_{156} - IV^{68}_{156}) \right] \quad (20)$$

Assim, a diferença entre valor intrínseco e valor de mercado ou vice-versa corresponde ao primeiro objetivo específico deste trabalho. Neste sentido, o modelo admite ser um indicador para detecção e a quantificação de bolhas especulativas, bem como situações de potencial de lucro. Portanto, uma vez que, o agente do modelo empregar essa técnica maximizará seus lucros em longo prazo.

4.3. Dedução das Elasticidades dos Hiatos de Valor em Relação às Taxas de Juros de Curto Prazo e Esperada

Esta subseção permite a dedução das elasticidades dos hiatos de valor em relação às taxas de juros de curto prazo e esperada, obedecendo ao segundo objetivo específico da dissertação. Cabe mencionar, que este objetivo é teórico, ou seja, não foram estimadas as séries. As equações que correspondem a este objetivo são: (22) e (25).

Diferenciando a equação (17) com o uso do software *Mathematica* 7[35] em relação à i_b, que é a taxa semanal de curto prazo de juros[36], obtém-se a equação matricial (21) que demonstra diversos valores referentes às elasticidades dos valores intrínsecos de cada uma das ações componentes da carteira teórica do Ibovespa em relação à taxa de juros de curto prazo (definida pelo Copom).

$$\frac{\partial HV_{(68\times156)}}{\partial i_b} = \begin{bmatrix} MV_1^1 + \dfrac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,1})^2} & \cdots & \cdots & MV_{156}^1 + \dfrac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,156})^2} \\ MV_1^2 + \dfrac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,1})^2} & \cdots & \cdots & MV_{156}^2 + \dfrac{FCFF_1^2}{(1+i_{b,156})^2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ MV_1^{68} + \dfrac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,1})^2} & \cdots & \cdots & MV_{156}^{68} + \dfrac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,156})^2} \end{bmatrix}_{(68\times156)} \qquad (21)$$

A elasticidade (21) define o efeito da variação em um ponto porcentual, por exemplo, no valor intrínseco de uma ação componente do Ibovespa. Particionando a matriz (21), obtêm-se os vetores-linhas que representam as trajetórias das elasticidades de todas as ações componentes do Ibovespa em relação aos vários níveis de taxas de juros fixadas pelo Copom ao longo de 156 semanas (que se referem, por sua vez, ao triênio 2008-2010). Somando-se estes vetores-linhas, tem-se a série da elasticidade do hiato de valor do Ibovespa em relação à taxa Selic (de curto prazo). Com efeito, os cálculos vetoriais ficam assim:

$$\frac{\partial HV_{(1\times156)}}{\partial i_b} = \left[\left(MV_1^1 + \frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,1})^2} + \ldots + MV_1^{68} + \frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,1})^2} \right) \quad \cdots \quad \left(MV_{156}^1 + \frac{FCFF_1^1}{(1+i_{b,156})^2} + \ldots + MV_{156}^{68} + \frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{b,156})^2} \right) \right] \qquad (22)$$

Agora, diferencia-se a matriz (17) em relação à taxa esperada de juros. Os cálculos, semelhantes aos anteriores, conduzem às séries de elasticidades dos hiatos de valor de cada uma das ações do Ibovespa em relação à taxa esperada de juros e também à série de hiato de valor da carteira teórica do Ibovespa. Assim, segue a diferenciação (23):

---

[35]Sobre o uso do Mathematica7 é útil consultar Abell & Braselton (2004), Shingareva & Lizárraga-Celaya (2009) e Blachman (1992). Para exemplos aplicados à Economia e Finanças, as principais referências são Stinespring (2002) e Varian (1993). Kendrick, Mercado & Amman (2005) também apresentam alguns exemplos com o uso deste software.

[36] Taxa Selic definida pelo Copom.

$$\frac{\partial HV_{(68\times156)}}{\partial i_e}=\begin{bmatrix} MV_1^1+\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{e,1})^2\cdot(i_{e,1}-g_{e,1,1})^2}+\frac{2FCFF_3^1}{(1+i_{e,1})^3\cdot(i_{e,1}-g_{e,1,1})} & \cdots & \cdots & MV_{156}^1+\frac{FCFF_1^1}{(1+i_{e,156})^2\cdot(i_{e,156}-g_{e,156,1})^2}+\frac{2FCFF_3^1}{(1+i_{e,156})^3\cdot(i_e-g_{e,156,1})} \\ MV_1^2+\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{e,1})^2\cdot(i_{e,1}-g_{e,1,2})^2}+\frac{2FCFF_3^2}{(1+i_{e,1})^3\cdot(i_{e,1}-g_{e,1,2})} & \cdots & \cdots & MV_{156}^2+\frac{FCFF_1^2}{(1+i_{e,156})^2\cdot(i_{e,156}-g_{e,156,2})^2}+\frac{2FCFF_3^2}{(1+i_{e,156})^3\cdot(i_e-g_{e,156,2})} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ MV_1^{68}+\frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{e,1})^2\cdot(i_{e,1}-g_{e,1,68})^2}+\frac{2FCFF_3^{68}}{(1+i_{e,1})^3\cdot(i_{e,1}-g_{e,1,68})} & \cdots & \cdots & MV_{156}^{68}+\frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{e,156})^2\cdot(i_{e,156}-g_{e,156,68})^2}+\frac{2FCFF_3^{68}}{(1+i_{ee,156})^3\cdot(i_e-g_{e,156,68})} \end{bmatrix}_{(68\times156)} \quad (23)$$

Particionando a matriz (21), obtém-se os vetores-linhas que representam as trajetórias das elasticidades de todas as ações componentes do Ibovespa em relação aos vários níveis de taxas de juros fixadas pelo Copom ao longo de 156 semanas (que se referem, por sua vez, ao triênio 2008-2010). Chamando-se cada expressão contida nas células da matriz (23) de HV_w^s, onde o índice *s* representa o número da ação componente da carteira teórica do Ibovespa (listada em ordem alfabética) e o índice *w* designa a semana na qual o valor de mercado da ação foi inserido no modelo e o valor intrínseco da mesma foi estimado. Assim, conforme esta notação, tem-se que:

$$\begin{aligned} \frac{\partial HV_{(1\times156)}}{\partial i_{e,w}} &= \begin{bmatrix} \frac{\partial HV_1^1}{\partial i_{e,1}} & \frac{\partial HV_2^1}{\partial i_{e,2}} & \cdots & \frac{\partial HV_{156}^1}{\partial i_{e,156}} \end{bmatrix} \\ \frac{\partial HV_{(1\times156)}}{\partial i_{e,w}} &= \begin{bmatrix} \frac{\partial HV_1^2}{\partial i_{e,1}} & \frac{\partial HV_2^2}{\partial i_{e,2}} & \cdots & \frac{\partial HV_{156}^2}{\partial i_{e,156}} \end{bmatrix} \quad (24) \\ &\vdots \\ \frac{\partial HV_{(1\times156)}}{\partial i_{e,w}} &= \begin{bmatrix} \frac{\partial HV_1^{68}}{\partial i_{e,1}} & \frac{\partial HV_2^{68}}{\partial i_{e,2}} & \cdots & \frac{\partial HV_{156}^{68}}{\partial i_{e,156}} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Somando-se os vetores-linhas do sistema (24), tem-se a série da elasticidade do hiato de valor do Ibovespa em relação à taxa Selic esperada, que é um dos objetivos centrais deste trabalho. Assim sendo, esta série fica tal como segue:

$$\frac{\partial HV_{(1\times156)}}{\partial i_{e,w}}=\left[\left(\frac{\partial HV_1^1}{\partial i_{e,1}}+\frac{\partial HV_1^2}{\partial i_{e,1}}+\ldots+\frac{\partial HV_1^{68}}{\partial i_{e,1}}\right) \quad \ldots \quad \left(\frac{\partial HV_{156}^1}{\partial i_{e,156}}+\frac{\partial HV_{156}^2}{\partial i_{e,156}}+\ldots+\frac{\partial HV_{156}^{68}}{\partial i_{e,156}}\right)\right] \quad (25)$$

Onde as células correspondem a:

$$\frac{\partial HV_1^1}{\partial i_{e,1}} = MV_1^1 + \frac{FCFF_1^1}{(1+i_{e,1})^2 \cdot (i_{e,1} - g_{e,1,1})^2} + \frac{2FCFF_3^1}{(1+i_{e,1})^3 \cdot (i_{e,1} - g_{e,1,1})},$$

$$\frac{\partial HV_1^1}{\partial i_{e,1}} = MV_1^2 + \frac{FCFF_1^2}{(1+i_{e,1})^2 \cdot (i_{e,1} - g_{e,1,2})^2} + \frac{2FCFF_3^2}{(1+i_{e,1})^3 \cdot (i_{e,1} - g_{e,1,2})}, \qquad (26)$$

e assim por diante até:

$$\frac{\partial HV_{156}^{68}}{\partial i_{e,156}} = MV_{156}^{68} + \frac{FCFF_1^{68}}{(1+i_{e,156})^2 \cdot (i_{e,156} - g_{e,156,68})^2} + \frac{2FCFF_3^{68}}{(1+i_{ee,156})^3 \cdot (i_e - g_{e,156,68})} \qquad (27)$$

Onde:$g_{e,w,s}$ é a taxa de crescimento esperada na semana *w* pelo acionista da empresa *s*; $i_{b,w}$ é a taxa básica de juros (Selic) registrada na semana *w*; e $i_{e,w}$ é a taxa esperada de juros referente à semana *w*.

4.4. Corolários do Modelo Computacional

A quarta subseção do capítulo admite-se algumas implicações em relação aos valores intrínsecos, como também nos valores de mercado (que é causado pela oferta e procura). Assim sendo, o modelo de finanças computacionais multiagente permite variações no hiato de valor, bem como simulações nas taxas de curto prazo e esperada de juros pelo banco Central.

Os resultados do hiato de valor, especificamente a partir da equação (15), correspondem a três casos: *downside*, *upside* e equilíbrio (*IV* e *MV* são iguais), conforme verifica-se na tabela abaixo:

Tabela 7 – Corolários do modelo de simulação computacional

Interações possíveis entre HV e situações do mercado de ações		
Situação	Primeiro resultado possível	Conclusão
1	$HV_{(i\times j)} > 0 \Leftrightarrow MV_{(i\times j)} > IV_{(i\times j)}$ e $HV \to \infty \Rightarrow \Pi \to \infty$	Aumenta o potencial de perdas do Ibovespa – situação de *bull market, downside* ou bolha especulativa
2	$HV_{(i\times j)} < 0 \Leftrightarrow IV_{(i\times j)} > MV_{(i\times j)}$ e $HV \to -\infty \Rightarrow \Pi \to -\infty$	Aumenta o potencial de lucros do Ibovespa – situação de *bear market, upside* ou baixa no mercado de ações.
3	$HV_{(i\times j)} = 0 \Leftrightarrow IV_{(i\times j)} = MV_{(i\times j)}$ e $HV \to 0 \Rightarrow \Pi \to 0$	Situação de equilíbrio dos valores intrínsecos das ações componentes da carteira teórica do Ibovespa. Não há potencial de lucros ou de perdas.
Situações possíveis entre o fluxo de caixa, os HV e a elasticidade do HV do Ibovespa em relação à variações na taxa básica de juros (Taxa Selic definida pelo Copom)		
A	*MV >IV* (*downside*) e *FCFF < 0* (fluxo de caixa negativo)	$\frac{\partial HV}{\partial i_b} > 0$
B	*MV < IV* (*upside*) e *FCFF < 0* (fluxo de caixa negativo)	$\frac{\partial HV}{\partial i_b} < 0$
C	*MV >IV* (*downside*) e *FCFF > 0* (fluxo de caixa positivo)	$\frac{\partial HV}{\partial i_b} > 0$
D	*MV < IV* (*upside*) e *FCFF > 0* (fluxo de caixa positivo)	$\frac{\partial HV}{\partial i_b} > 0$

Fonte: Adaptação de Passos (2012, p. 16)

Assim, apenas no caso B a elasticidade do hiato de valor em relação à taxa de juros básica (curto prazo) é negativa. Nos outros casos, ela é positiva. Isto significa que a política de fixação de juros afetará negativamente o hiato de valor do Ibovespa apenas quando as empresas que compõem este índice apresentarem, conjuntamente, geração líquida negativa de caixa. Nos outros casos, se o Copom decidir aumentar (reduzir) a taxa de juros básica, o resultado será aumentos (reduções) no hiato de valor do Ibovespa, *coeteris paribus*.

5. Resultados das Simulações do Modelo

Este capítulo tem por finalidade demonstrar os resultados do modelo macroeconômico financeiro de simulação computacional baseado no agente. A estimação dos vetores do sistema (18) e a dedução da série correspondente ao vetor-linha (19) foram realizadas no programa Excel 2007, com base em parâmetros de expectativas de taxas de crescimento das empresas componentes do Ibovespa obtidos em levantamentos junto aos dados de várias notícias referentes ao assunto no sítio do *Infomoney*, nas edições do anuário Melhores e Maiores da Revista Exame e, em sítios de importantes corretoras e bancos de investimento[37]. Esta análise foi obtida por meio da calibragem dos parâmetros referentes às taxas de crescimento (g_2) das equações que constam do vetor descrito na equação (12'). A série desta equação é semanal e se refere às 156 semanas do período 2008-2010. Para constituir esta série, foram analisadas 816 demonstrações financeiras padronizadas que fazem parte da base de dados da Comissão de Valores Mobiliários[38]. Para a melhor apresentação e análise dos resultados, estes foram apresentados sob a forma de gráficos. As tabelas 9, 10 e 11, que estão no anexo A deste trabalho, descrevem os valores numéricos dos hiatos de valor controlados pelas taxas reais básica (curto prazo) e futura (esperada) de juros.

A primeira seção do capítulo apresenta os resultados para o ano de 2008 referentes às simulações computacionais de análise de sensibilidade correspondentes aos: (i) valores intrínsecos da carteira teórica do Ibovespa; (ii) o novo indicador de hiato de valor e (iii) a dinâmica dos setores petroquímico, de mineração e financeiro. Na análise de sensibilidade, estes valores foram controlados pelas taxas de juros reais básica e esperada.

A segunda seção descreve os resultados das mesmas simulações para o ano de 2009. Este período é marcado pelos efeitos da crise financeira do ano anterior ocorridos no primeiro semestre e pela recuperação da atividade econômica no segundo.

Por fim, a terceira seção mostra os resultados das simulações para o ano de 2010, ano marcado por um crescimento intenso do PIB real, conjugado com queda nas taxas de juros de curto prazo.

---

[37] Os parâmetros foram fixados tendo por base as expectativas das carteiras recomendadas semanais das corretoras Citi, Gradual, SLW, Socopa, XP e Souza Barros e também com a inserção da variável Ψ. Essa variável, por ser calculada com base em dados de balanço das empresas, corrige um eventual viés de seletividade ou de "data mining" na calibragem do modelo, que envolve a escolha dos dados amostrais destas carteiras recomendadas.

[38] Disponíveis em http://www.cvm.gov.br/.

Nas subseções seguintes elaboram-se as análises gráficas das simulações do modelo computacional[39]. As subseções estão dividas de acordo com o ano ao qual se referem. As séries semanais correspondem aos seguintes vetores-linha:

- IV – vetor de valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa. Este vetor é o somatório das 52 séries temporais semanais dos valores intrínsecos estimados pelo modelo computacional das 68 ações componentes da carteira teórica do Ibovespa[40].
- MV – vetor de valor de mercado da carteira teórica do Ibovespa[41].
- Taxa de juros de curto prazo definida pelo Copom – definida em termos semanais pela fórmula de equivalência de taxas efetivas no regime de capitalização composta.
- Taxa de juros esperada – expectativa de juros futuros extraída dos Relatórios Focus do Bacen das respectivas semanas do período.

5.1. Análise gráfica das simulações para o ano 2008: efeitos iniciais da crise financeira internacional e da política de fixação da taxa básica de juros pelo Copom

Os resultados apresentados do modelo computacional no ano de 2008 compreendem a média de 93,30% da composição do Ibovespa[42], e o grau de correlação entre o IV e o MV, neste período foi de 90,73%.

5.1.1. Efeitos sobre o valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa - 2008

O mercado financeiro no ano de 2008 marcou-se por graves abalos, tanto no valor de mercado, bem como no valor intrínseco. Este fato ocorreu inicialmente, devido à crise americana tendo como estopim o mercado imobiliário (*subprime*) que se espalhou pelo mundo e nos diversos setores da economia.

---

[39] Os fatos referentes à política monetária e à evolução do mercado de capitais no triênio considerado se baseiam nos Relatórios Anuais do Banco Central, em várias edições da revista Conjuntura Econômica e do jornal Valor Econômico. Já a análise setorial relativa aos principais segmentos de mercado que compõem a carteira teórica do Ibovespa se baseiam nos balanços anuais de empresas como Petrobrás, Vale, Itaú, Bradesco, Banco do Brasil, MMX e OGX e no anuário Exame Maiores e Melhores.

[40] Foram elaborados para a estimativa desta série 68 fluxos de caixa referentes às ações da carteira teórica. Para a elaboração destes fluxos foram analisados 272 demonstrativos contábeis destas empresas (quatro demonstrativos para cada empresa).

[41] Fonte: Sítio do BMF&Bovespa http://www.bmfbovespa.com.br/home.aspx?idioma=pt-br.

[42] A composição da carteira teórica do Ibovespa varia periodicamente, havendo o ingresso de novas ações na carteira e a exclusão de outras. Por questões de homogeneidade e continuidade da série estimada, não é possível obter estimativas de 100% do Ibovespa ao longo de toda série.

No Brasil, devido às pressões inflacionárias decorrentes deste ano, motivados pelo excesso de demanda sobre a oferta agregada, ocasionou um acréscimo da inflação esperada, (fenômeno conhecido pelo Banco Central de "cenário inflacionário benigno"). Este fenômeno fez com que em abril de 2008 o Comitê de Política Monetária descontinuasse o abrandamento da política de juros iniciado a partir de setembro de 2005. Neste contexto, a atual meta de 11,25% a.a. desde o período de setembro de 2007, aumentou-se em 50 pontos base (p. b.) no início do segundo trimestre, e ao longo do ano com elevações consecutivas em três reuniões do Comitê, alcançando no final deste ano 13,75% a.a.

Ao longo dos nove primeiros meses de 2008, a taxa real de juros, denominada *ex-ante*, calculada pelo Banco Central acoplado aos analistas do setor privado[43], mostrou-se acréscimo neste momento. No entanto, o valor intrínseco apresentou redução conforme a descrição da elasticidade da taxa de juros, no capítulo anterior.

Na ascensão da crise mundial, no mês de outubro, as expectativas sobre a taxa básica de juros apresentou-se com tendência baixista, com pequena alta de 0,7 pontos percentuais em relação ao final do ano de 2007, o que chegou a 7,2% a.a. Contudo, os contratos de *swap* DI x pré de 360 dias exibiram tendência de alta no mercado futuro de juros ao longo dos dez primeiros meses do ano. No final de outubro, eles alcançaram a taxa máxima do ano (de 16,38% a.a.). Isto ocorreu devido ao aumento do grau de aversão ao risco decorrente da deterioração da crise financeira internacional. Portanto, as expectativas em relação à condução da política monetária e a melhora no estado de confiança dos agentes ocorridas a partir do mês de novembro, fizeram com que as taxas dos contratos de *swap* mostrassem uma reversão na sua trajetória ascendente. No final de 2008, eles foram negociados a 12,17% a. a., taxa que mostrava um aumento de 12 pontos base em relação à taxa registrada no final do ano anterior.

O Copom adotou medidas contracionistas de política monetária no início do ano de 2008. Estas medidas representaram uma continuidade das reuniões realizadas no ano de 2007, quando os seus membros avaliavam que a conjuntura econômica internacional e o cenário de expansão da atividade econômica interna exigiam uma postura prudente da autoridade monetária. Convém lembrar que o Copom iniciou em setembro de 2005 um processo de redução na taxa Selic que totalizou 850 pontos base.

Contudo, nas duas primeiras reuniões de 2008, em janeiro e em março, o Copom ponderou os indicadores sobre o aquecimento da economia e os sinais relativos à subida das

[43] Os dados referentes a estas sondagens fazem parte do Relatório Semanal Focus, do BACEN. Estes dados foram deflacionados pelo IPCA e correspondem às séries de expectativas das taxas reais de juros, descrita no gráfico (1) .

expectativas de inflação. Considerou que os riscos de uma inflação de demanda caracterizavam uma "concretização de cenário inflacionário benigno, no qual a inflação seguiria consistente com a trajetória das metas, tal como consubstanciado nas suas projeções." (Relatório Anual de 2008 do Banco Central, p. 22). Com efeito, o Comitê decidiu pela manutenção da taxa Selic em 11,25% a.a., sem viés, e optou pelo monitoramento da conjuntura macroeconômica e ganhar tempo para, nas suas próximas reuniões, deliberar sobre possíveis modificações na condução da política monetária.

Todavia, em abril e em junho, os membros do Copom analisaram que as pressões inflacionárias que eram inicialmente localizadas, poderiam apresentar riscos de aumento da inflação. Tal possibilidade era agravada pelo fato de que a demanda agregada e o mercado de fatores estavam aquecidos, além de existirem possíveis restrições de oferta em setores importantes. A inflação esperada estava em uma trajetória crescente, o que fez com que o Copom aumentasse em 50 pontos base a taxa Selic, nas duas reuniões. No mês de julho, o Copom considerou que os riscos de alta no nível de preços ainda existiam e decidiu subir a taxa Selic para 13% ao ano, sem viés. Em setembro, o Copom avaliou que ainda persistia uma tendência de elevação dos índices de preços (o que chamou de "cenário inflacionário benigno"). Portanto, mesmo diante de um cenário de retração da economia internacional, o Comitê optou por novo aumento de 75 pontos base na taxa Selic, sem viés (gráfico 1).

Finalmente, nos meses de outubro e dezembro, o Copom julgou que ocorriam efeitos de desaceleração na atividade econômica e também que o nível de incerteza no cenário econômico estava aumentando devido aos efeitos da crise financeira internacional sobre vários setores da economia brasileira, em particular sobre os canais crédito e sobre o estado de confiança dos consumidores e empresários. A análise do Copom apontava para a necessidade de prevenção de pressões inflacionárias, porque, a despeito da maior estabilidade dos preços das *commodities*, as taxas de crescimento do consumo das famílias ainda estavam muito aceleradas. Assim, nestas duas reuniões, o Comitê manteve a taxa Selic em 13,75% ao ano, sem viés. Confiava que a redução de liquidez no mercado internacional e a mudança de expectativas poderiam ajudar nos canais de transmissão da política monetária e inibir o aumento de preços (gráfico 1).

No tocante à dinâmica dos agregados monetários, o último trimestre de 2008 registrou uma redução de 2,3% na média dos saldos diários de M1 (considerando dados dessazonalizados e deflacionados pelo IPCA). A velocidade renda de M1 se manteve relativamente estável e a base monetária, mensurada pela média dos saldos diários, elevou-se

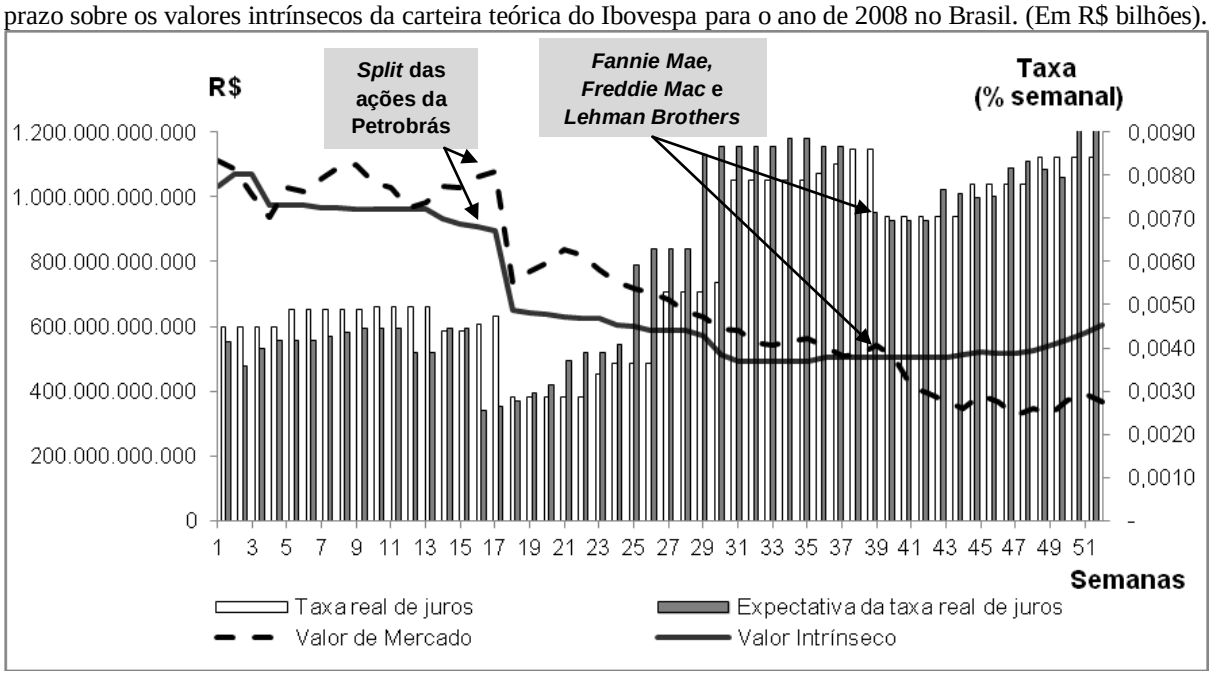
1,5% neste ano. O Banco Central avaliou que existiam outras pressões expansionistas sobre a oferta monetária que resultaram em uma elevação de R$ 933 milhões na base monetária, pelo critério de saldos em final de período. Assim sendo, decidiu implementar mudanças nas normas de depósitos compulsórios que se traduziram em reduções de alíquotas, elevações de valores a deduzir das exigibilidades, mudanças na remuneração dos recolhimentos e abatimentos decorrentes da aquisição de ativos de instituições financeiras de pequeno e médio portes. Tais mudanças nas regras, implementadas no período de 24 de setembro a 19 de janeiro de 2009, geraram uma liberação de R$99,8 bilhões do saldo de recolhimentos compulsórios.

A Comissão de Valores Mobiliários (CVM) registrou um volume de ofertas primárias[44] de R$95,5 bilhões em 2008. Este valor correspondeu a um acréscimo de 6,82% em relação ao volume registrado no anterior. Todavia, estas ofertas se concentraram nos oito primeiros meses do referido ano, ou seja, corresponderam aos meses anteriores aos episódios mais graves da crise financeira (falências do *Fannie Mae*, *Freddie Mac* e *Lehman Brothers*, que se concentraram em dias próximos do mês de agosto de 2008 (gráfico 1). Com uma situação de forte contração no mercado de crédito e de considerável aumento da aversão ao risco, ocorreu uma suspensão nas emissões de ações e debêntures, que "praticamente cessaram" (conforme o Relatório Anual de 2008 do Bacen, p. 65).

O gráfico 1, abaixo, resume as considerações anteriores e mostra os efeitos das elevações das taxas reais de juros (curto prazo e esperada) sobre o valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa. Percebe-se pelo exame do gráfico 1, que os efeitos da subida das taxas reais de juros (básica e esperada) sobre o valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa foram negativos. Obviamente, além destes dois "efeitos-juros reais" considerados pelo modelo computacional, o valor intrínseco do Ibovespa neste período foi afetado por outras variáveis que fogem do escopo do modelo, tais como: (i) eventos exógenos e "não-modeláveis" como o *default* das três instituições financeiras citadas e a piora dos *animal spirits* dos empresários do setor produtivo, (ii) a queda do volume de investimentos estrangeiros em ações (gráfico 2), (iii) o efeito de desvalorização da taxa real de câmbio sobre as empresas componentes da carteira teórica do Ibovespa, (iv) a expressiva redução nos fluxos de comércio internacional etc.

[44] Este valor corresponde à soma de ações (32,1 bilhões), debêntures e notas promissórias.

Gráfico 1 – Séries semanais das simulações computacionais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os valores intrínsecos da carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2008 no Brasil. (Em R$ bilhões).



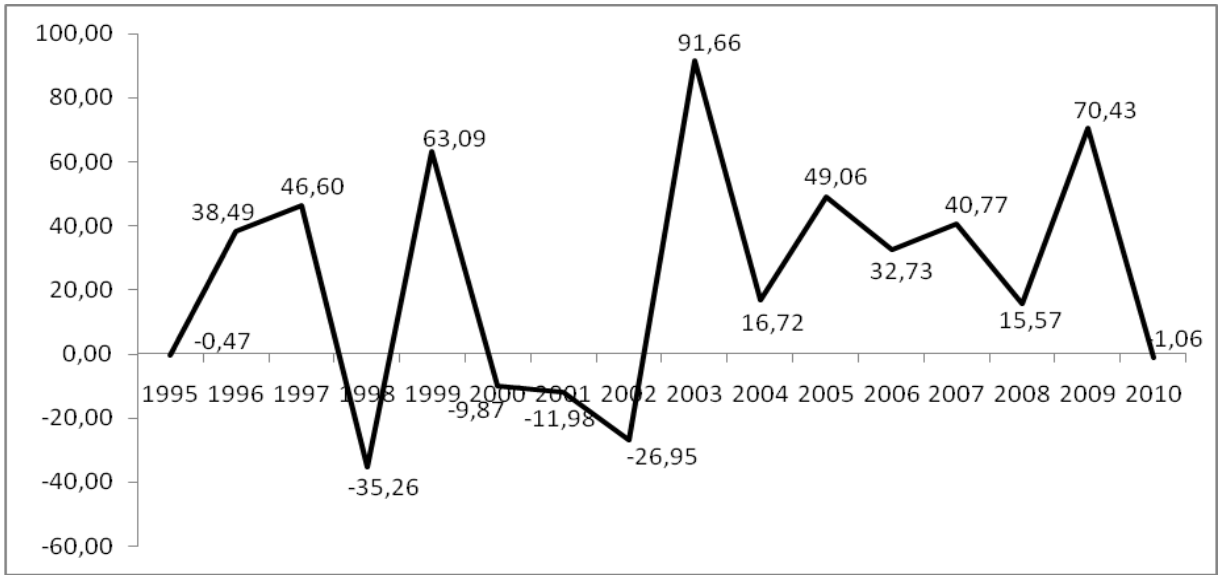
Fontes: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2008, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do Bacen; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

Cabe ressaltar que na décima sétima semana do ano mencionado ocorreu o *split* (desdobramento) das ações da Petrobrás. Isto explica a inflexão que as curvas de valor intrínseco e valor de mercado apresentaram no período, uma vez que a Petrobrás é uma das empresas com maior peso na composição da carteira do Ibovespa.

Quanto ao desempenho do Ibovespa, o período de janeiro até maio do referido ano se caracterizou por repetidos recordes de valorização, até o índice atingir o valor máximo de 73.516 pontos no dia 20 de maio. Isto ocorreu graças aos efeitos positivos advindos da concessão de grau de investimento para a dívida soberana brasileira por duas agências de classificação de risco: a *Standard & Poor`s* e a *Fitch Ratings*. Após maio e até o final do ano, a trajetória do Ibovespa demonstrou acentuada queda (de 42,1% em relação ao nível prevalecente no final de 2007) e aumento da volatilidade.

Assim, pode-se dizer que o valor máximo referente ao dia 20 de maio representou o auge de uma situação de *bull-market* que marcou um período de retornos elevados do Ibovespa e que teve início em 2005 (gráfico 2).

Gráfico 2 – Série anual da variação do Ibovespa no período de 1995-2010 (em % a.a.)



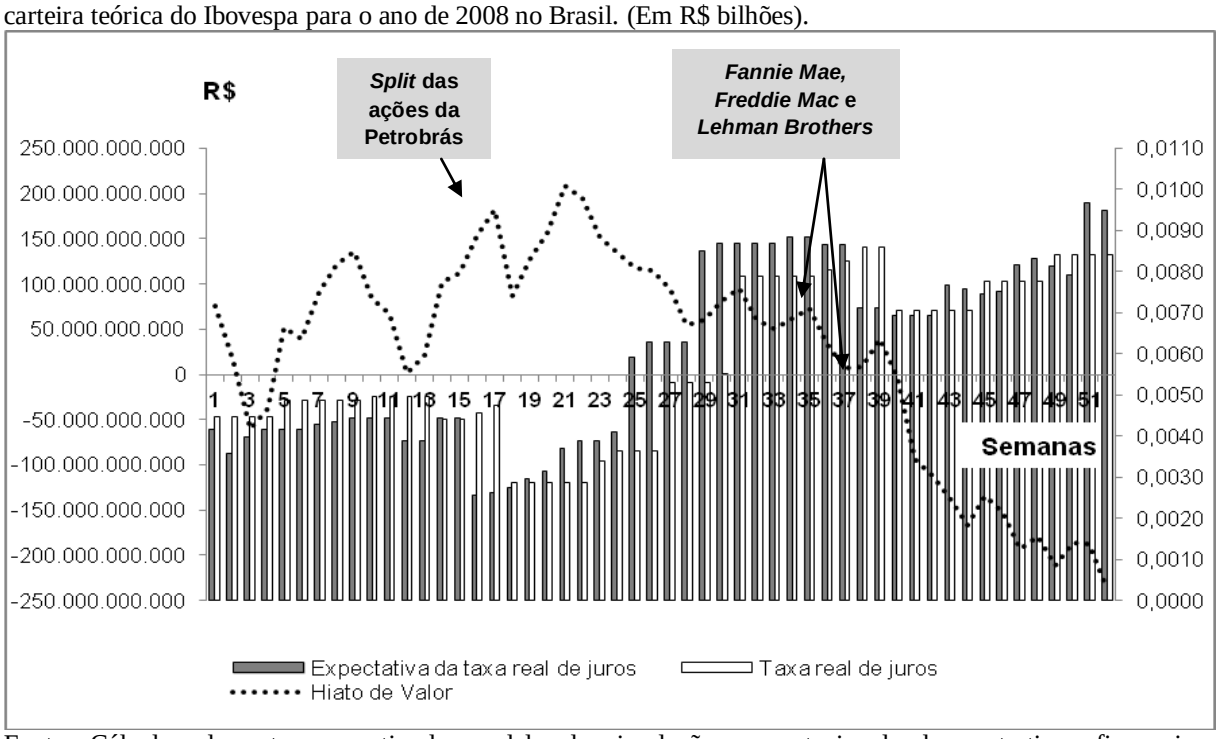
Fontes: Elaboração do autor e BMF&Bovespa.

5.1.2. Efeitos sobre o hiato de valor da carteira teórica do Ibovespa - 2008

Conforme a descrição do modelo, no capítulo anterior, o hiato de valor reflete a diferença entre o MV e o IV. No gráfico 3, observa-se que até a vigésima terceira semana o hiato de valor é positivo e que existe uma correlação positiva com a elevação das taxas de juros, conforme os corolários do modelo na situação A. No entanto, a partir da vigésima terceira semana até o final do ano, ocorreu uma correlação negativa, ou seja, aumentos nas taxas de juros diminuiu o hiato de valor (situação B dos corolários). Contudo, as variações do hiato de valor dependem das elasticidades do IV e do MV à estas duas taxas, conforme foi mostrado nas equações (22) e (27). Neste sentido, outras situações corroboram para estes resultados, como a redução do valor de mercado das empresas e a quebra do *Lehman Brothers*, da *Fannie Mae* e do *Freddie Mac*. Este momento de quebra estrutural na série do hiato de valor evidencia que o valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa decai rapidamente e passa a apresentar um progressivo *upside* (tendência de lucro), fenômeno característico de análises fundamentalistas baseados no conceito de *value investing* referentes a períodos de baixa do mercado de ações (*bear market*).

Este resultado demonstra a capacidade que o modelo computacional possui de detecção e de mensuração de bolhas especulativas no mercado acionário, bem como de apuração dos momentos de surgimento e de extinção das mesmas (gráfico 3).

Gráfico 3 – Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre o hiato de valor da carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2008 no Brasil. (Em R$ bilhões).



Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do Bacen; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

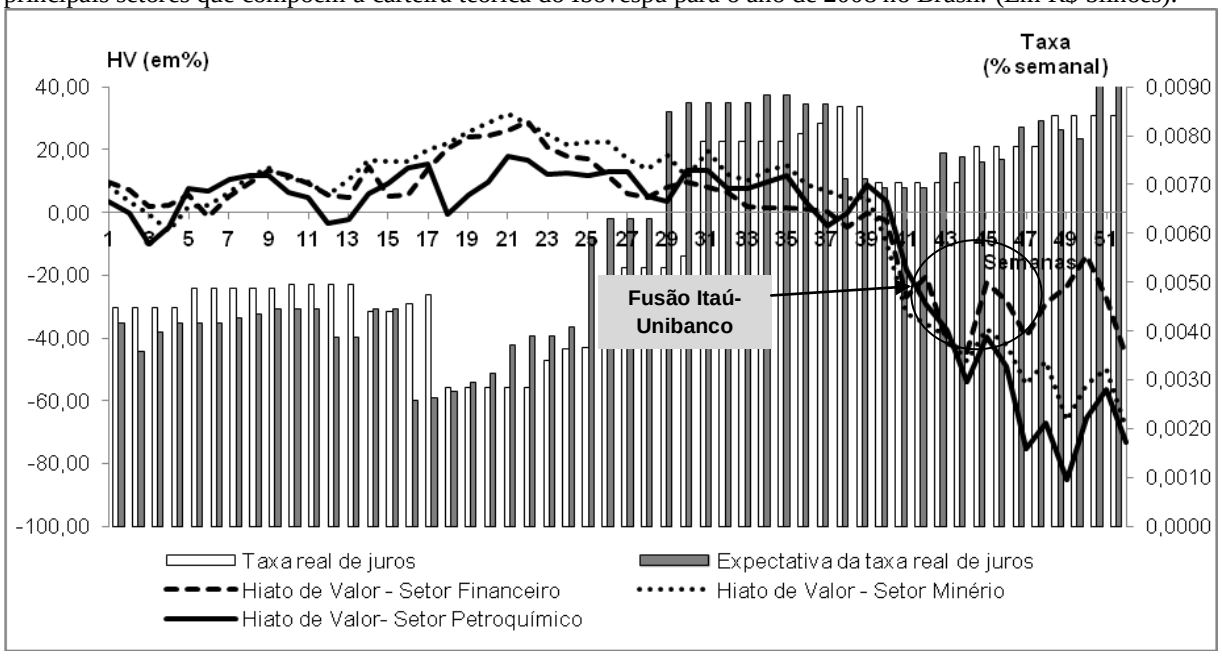
Resultados desse tipo possuem interesses para *policy-makers* (sobretudo para os formuladores e executores de política monetária), executivos financeiros e para o agente no qual se baseia o modelo computacional: o administrador de um fundo de investimentos em ações de gestão passiva e que se fundamenta na distribuição de seus ativos de acordo com a carteira teórica do Ibovespa.

Para os *policy-makers* e executivos financeiros, o modelo computacional de finanças importa porque ajuda a mensurar e detectar bolhas especulativas no mercado acionário. Para o agente do modelo, eles são relevantes porque podem ser extremamente úteis como ferramenta no acompanhamento e previsão do comportamento do valor intrínseco do Ibovespa. Se o hiato de valor estiver em queda e o agente confiar que o cenário futuro de longo prazo do comportamento do Ibovespa for positivo, ele optará pelo aumento dos seus investimentos neste índice. Se o hiato de valor estiver em alta, ele pode decidir manter seus investimentos ou optar por vender suas posições, se a magnitude desta alta lhe permitir o lucro almejado.

5.1.3. Efeitos sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa - 2008

Nesta subseção, o modelo computacional atingiu o quarto objetivo específico desta dissertação, que corresponde à análise setorial do ano de 2008. Essa análise setorial corresponde as 52 séries semanais e 13 ações[45] do presente ano distribuídas em três setores da economia: Financeiro, Minério e Petroquímico, com participação do Ibovespa, respectivamente, 14,65%, 20,56% e 20,36%. O gráfico abaixo apresenta a variação do hiato de valor destes setores. Pode-se verificar, que os três setores comportaram-se até a quadragésima semana com *dowside*. Entretanto, o setor de minério foi o que mais esteve acima do valor intrínseco. Este episódio aconteceu, devido à empresa Vale do Rio Doce anunciar reajuste de 65% de seu minério, aumentando em cerca de R$10 bilhões a balança comercial brasileira. No entanto, essa notícia fez com que suas ações sofressem alta no cenário brasileiro e europeu, e por outro lado, os aumentos da taxa de juros reduziram os valores intrínsecos, confirmando a elevação do hiato de valor.

Gráfico 4 – Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2008 no Brasil. (Em R$ bilhões).



Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do Bacen; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

[45]BBAS3; BBDC4; BRAP4; BRKM5; ITSA4; ITUB4;MMXM3; PETR3; PETR4; USIM3; USIM5; VALE3; VALE5.

Já o setor financeiro, estava consistente e pouco exposto aos ativos americanos, os quais sofreram com a crise no mercado de capitais. Além disso, ocorreu a fusão Itaú-Unibanco neste setor, o que elevou o valor de mercado aumentando o hiato de valor.

O setor petroquímico no início do ano até a nona semana atingiu pela primeira vez, desde 2005, US$ 100,00 o barril do petróleo na Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Mas, a partir da nona semana até o final do ano, o setor petroquímico[46] atingiu seu mínimo de US$ 36,67. Este fato demonstra a redução do MV, e assim confirma uma situação de *bear Market*, ou seja, potencial de lucro em médio prazo ao investidor/agente do modelo.

Outro fator desestabilizador no setor petroquímico foi o anúncio da intenção do governo de criar uma estatal para explorar a camada do pré-sal, ao qual recém havia sido descoberta pela Petrobrás. Assim sendo, os acionistas poderiam arcar com prejuízos advindos da perda de um ativo valioso da empresa. Este fato fez com que as ações deste setor diminuíssem, sendo reavaliadas suas projeções pelos investidores.

5.2. Análise gráfica das simulações para o ano 2009: efeitos da crise financeira do ano anterior ocorridos no primeiro semestre e pela recuperação da atividade econômica no segundo.

Nos gráficos desta subseção apresentam-se o somatório das séries temporais das 52 semanais dos IV e o somatório dos MV das 68 empresas, com média de 99,25% da composição do Ibovespa. O grau de correlação entre o IV e o MV, neste período foi de 56%.

5.2.1. Efeitos sobre o valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa - 2009

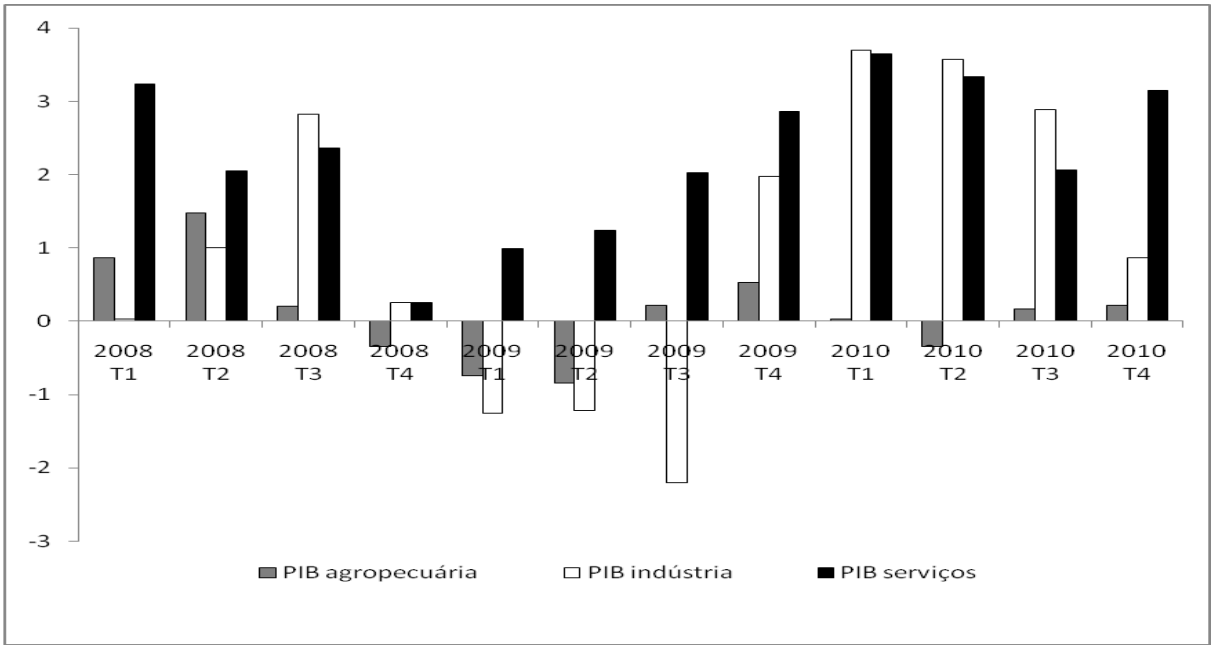
As taxas de crescimento trimestrais do PIB real no ano de 2009 mostraram que, apenas o setor de serviços não foi afetado pelos efeitos da crise financeira a partir de agosto do ano anterior. Os PIBs industrial e agropecuário caíram nos três primeiros trimestres do ano, recuperando-se apenas no último trimestre (gráfico 5).

As consequências da crise mundial foram agravadas a partir do último trimestre de 2008, quando a atividade econômica interna exibiu forte retração, devida à contração nas operações do mercado de crédito, à deterioração das expectativas e ao aumento no grau de aversão ao risco. O cenário externo se modificou rapidamente e o Banco Central modificou

[46] Algumas empresas destes setores acumularam perdas de 20% no ano.

sua orientação de política monetária contracionista, reduzindo taxa básica Selic em 500 pontos base. No final de 2008, o Comitê de Política Monetária (Copom) interrompeu uma série de quatro aumentos consecutivos, iniciados na reunião de abril daquele ano, e que se traduziram em uma elevação de 250 pontos base da taxa básica. Em outubro e dezembro, todavia, o Copom levou em conta o novo cenário descrito anteriormente e tomou a decisão, de forma unânime, de manter a taxa Selic em 13,75% a.a., sem viés.

Gráfico 5 – Série trimestral da contribuição dos produtos internos brutos agropecuário, industrial e de serviços no crescimento do PIB nos anos de 2008 a 2010 no Brasil.



Fonte: IPEA

Em 2009, a política monetária referente à este ano, que marca a recuperação do crescimento do nível de atividade da economia brasileira, pode ser assim descrita:

> "*A condução da política monetária em 2009 foi pautada pelos desdobramentos do acirramento da crise mundial, observado na segunda metade de 2008, sobre a trajetória da atividade econômica interna. Em resposta ao novo ambiente experimentado pela economia mundial que, caracterizado por restrições importantes no mercado de crédito, aumento da aversão ao risco e deterioração de expectativas, traduziu-se em retração acentuada da atividade interna no final de 2008 e no início de 2009, o Banco Central optou pela reversão da postura mais restritiva adotada na condução da política monetária em 2008, reduzindo a taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) em 500 p.b., no decorrer de 2009.*
>
> *O Comitê de Política Monetária (Copom) interrompeu, ao final de 2008, o processo de elevação da taxa Selic iniciado na reunião de abril daquele ano e expresso em crescimento de 250 p.b. da taxa, em quatro reuniões consecutivas. Nesse sentido, nas reuniões de outubro e de dezembro, o Copom considerou que as*

perspectivas em relação à evolução da atividade econômica haviam se tornado mais incertas e que os efeitos da crise internacional sobre as condições financeiras internas indicavam que a contribuição do crédito para a sustentação da demanda doméstica poderia arrefecer de forma mais intensa do que seria determinada exclusivamente pelos efeitos da política monetária. Adicionalmente, foram avaliados os efeitos negativos da intensificação da crise internacional sobre a confiança dos consumidores e empresários. Nesse contexto, entendendo que a consolidação de condições financeiras mais restritivas pode ampliar os efeitos da política monetária sobre a demanda e, ao longo do tempo, sobre a inflação, o Copom decidiu por unanimidade manter a taxa Selic em 13,75% a.a., sem viés.

No primeiro trimestre de 2009, nas duas primeiras reuniões (janeiro e março), o Copom decidiu reduzir a taxa Selic em, respectivamente, 100 e 150 pontos base. Partiu do pressuposto de que a inibição forte da inflação esperada e a queda do ritmo de atividade econômica levariam o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo) para uma trajetória compatível com a das metas de inflação definidas pelo CMN (Conselho Monetário Nacional). Em março, o Copom considerou que a queda no nível de atividade garantia um nível de capacidade ociosa que continha os riscos de recrudescimento de uma inflação de demanda, a despeito dos efeitos do ajuste nas contas do balanço de pagamentos e da persistência de mecanismos de indexação em alguns contratos.

Na terceira e na quarta reuniões (abril e junho) o Copom promoveu duas reduções de 100 pontos base na taxa básica Selic. O Comitê reconheceu que a recuperação gradual dos indicadores de produção industrial, das taxas de utilização da capacidade na indústria, das contratações do mercado de trabalho e do estado de confiança dos empresários e consumidores suscitavam tais medidas.

A reunião seguinte, em julho, o Copom reduziu a Selic em 50 pontos base, para o patamar de 8,75% a.a e nas reuniões seguintes - em setembro, outubro e dezembro - o comitê manteve a taxa Selic em 8,75% ao ano, ponderando que seria necessária uma atitude mais prudente.

Ao que se refere ao comportamento dos agregados monetários, a política monetária expansionista efetivada a partir do início do segundo semestre de 2008, como forma de remediar os efeitos da intensa contração de crédito interno e externo, gerou aumento real[47] de 5,7% em M1. Apesar deste aumento, a velocidade-renda do M1[48] ficou relativamente estável no ano. A média dos saldos diários da base monetária aumentou 14,9% no ano, devido aos

[47] Considerando dados dessazonalizados e deflacionados pelo IPCA.
[48] Definida como a relação entre o PIB a valores correntes e o saldo médio de M1.

aumentos dos seus componentes (o saldo médio do papel-moeda emitido cresceu 14,3% e as reservas bancárias aumentaram 16,8%[49]). Este resultado foi reflexo dos resgates líquidos de R$ 11,3 bilhões em títulos do Tesouro Nacional[50] e das compras líquidas de R$ 62,9 bilhões efetuados pelo Banco Central no mercado interbancário de câmbio. Em 2009, os meios de pagamento, pelos conceitos M2, M3 e M4, ampliaram-se respectivamente em 8,6%, 15,5% e 16,1%. Estes aumentos foram compatíveis com as projeções estabelecidas trimestralmente na programação monetária. Estas projeções são elaboradas conforme o atual sistema de metas de inflação. Nesse sentido, em 2009 as metas de expansão dos agregados monetários foram rigorosamente atingidas.

O gráfico 6, abaixo, resume estas considerações e as relaciona com a série de valor intrínseco do Ibovespa, que foi obtida por intermédio das simulações com o modelo computacional.

Em relação à dinâmica do mercado de capitais, a crise internacional acarretou depreciação nos preços dos ativos e redução nas negociações nos mercados financeiros internacionais. Esta situação de menor liquidez fez diminuir as novas emissões no mercado de capitais, sobretudo no primeiro semestre de 2009. Todavia, no segundo semestre, o volume de ofertas de ações, debêntures e notas promissórias nos respectivos mercados primários recuperou-se a ponto de motivar expectativas positivas em relação ao ano de 2010[51]. O Ibovespa alcançou 68.588 pontos na cotação de fechamento do último dia de negociação do ano, valorizando-se em 82,7%. A forte volatilidade apresentada neste índice nos meses de janeiro e fevereiro de 2009 foi substituída por um período de alta que durou até o início do mês de junho, quando o Ibovespa atingiu 54.486 pontos. Na segunda semana de julho, este indicador apresentou queda para 48.872 pontos (no dia 14 deste mês). Depois disso, o índice sustentou uma trajetória positiva até o final do ano, com ligeira queda em outubro. Chegou próximo da máxima histórica registrada em meados de 2008. Em 2009, sua variação foi positiva em 145,2%, quando mensurado em dólares (esta taxa embute tanto a variação do Ibovespa quanto a forte queda da taxa real de câmbio)[52].

---

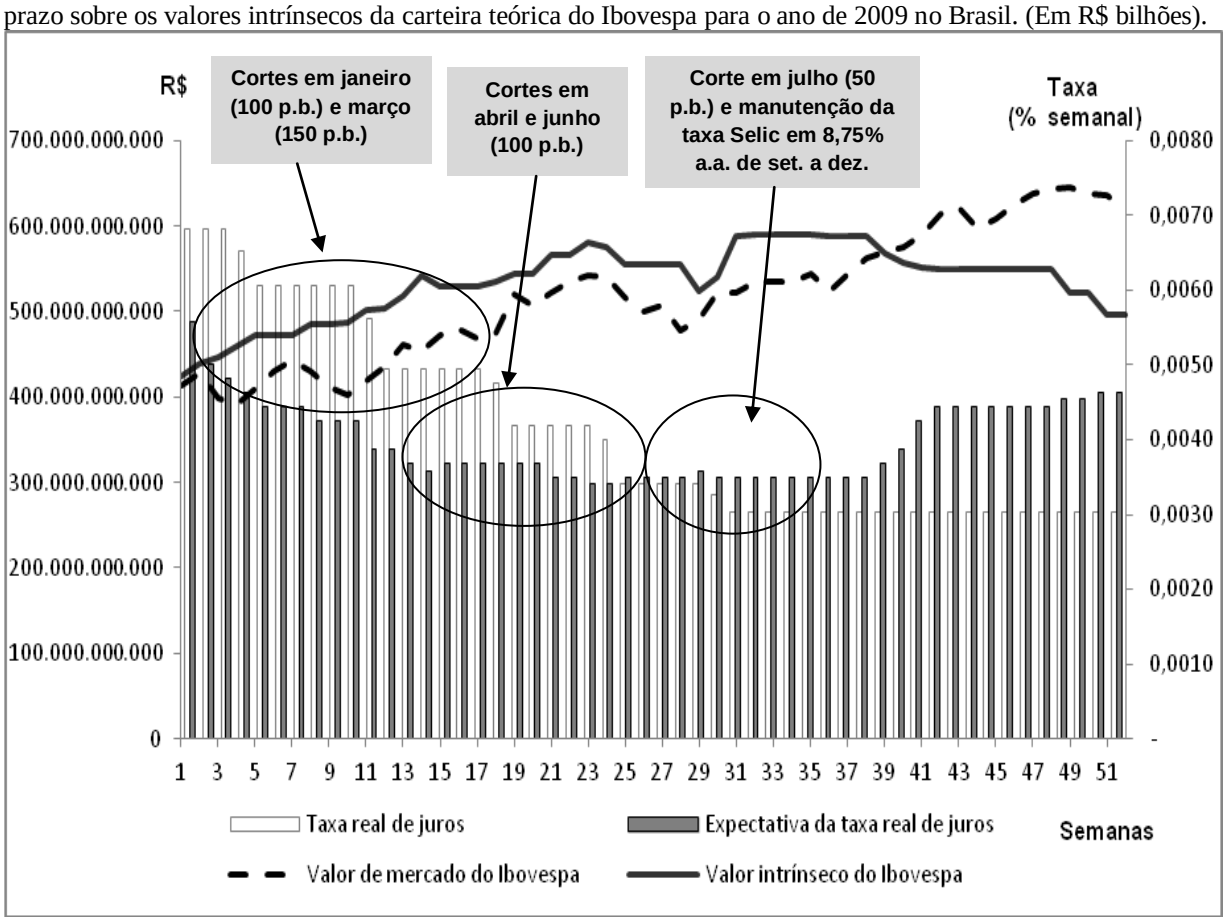
[49] Esta elevação ocorreu por causa da redução da alíquota do compulsório sobre recursos à vista, efetivada em no mês de outubro de 2008.

[50] Estes resgates foram em parte neutralizados pelos efeitos contracionistas relacionados à conta única do Tesouro Nacional, sendo deduzidas as operações com títulos, que somaram R$52,3 bilhões, e os ajustes nas operações com derivativos (swaps cambiais), que totalizaram R$3,2 bilhões.

[51] As emissões primárias de ações totalizaram R$15,9 bilhões em 2009. Este valor corresponde a quase metade do nível registrado no ano anterior (de R$ 32,1 bilhões).

[52]Neste ano, apenas para efeitos comparativos, três fatos merecem ser destacados: (i) os índices Dow Jones e Nasdaq registraram valorizações de 18,8% e 43,9%, respectivamente; (ii) o valor de mercado das empresas

Gráfico 6 – Séries semanais das simulações computacionais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os valores intrínsecos da carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2009 no Brasil. (Em R$ bilhões).



Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do BACEN; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

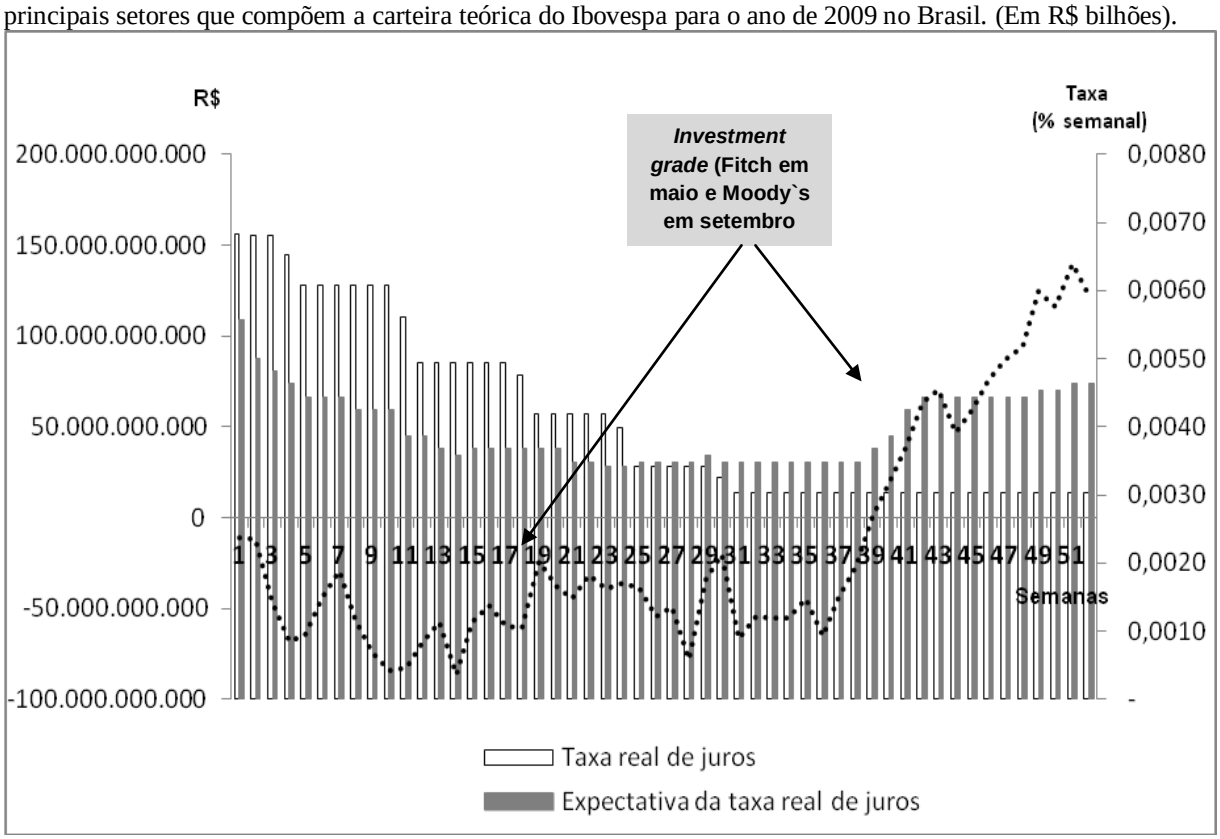
5.2.2. Efeitos sobre o hiato de valor da carteira teórica do Ibovespa - 2009

O gráfico a seguir (7), demonstra até quadragésima semana que o hiato de valor mostrou-se negativo, consequentemente, o valor de mercado esteve abaixo do valor intrínseco (*upside*) típico da situação B dos corolários do modelo computacional. Isto pode ser explicado, pela conjuntura econômica mundial e pela recessão da economia brasileira. No Brasil, o governo adotou medidas para estimular a economia (baixa de juros e política fiscal). Ainda assim, os juros do país eram atraentes comparados às outras nações, e o grau de confiança se elevou o que motivou os investidores a formatar seus portfólios na carteira teórica do Ibovespa. Isso é demonstrado a seguir:

---

listadas na Bovespa subiu 69,8% em relação à 2008; (iii) o volume médio diário negociado na Bovespa atingiu R$5,2 bilhões, com redução de 4,1% em relação à 2008. Finalmente, os fundos de ações se beneficiaram deste cenário, apresentando rentabilidade anual de 46,8% e elevação de 49,3% do patrimônio líquido consolidado.

Gráfico 7 – Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2009 no Brasil. (Em R$ bilhões).



Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do BACEN; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

A partir da quadragésima semana até o final do ano, vimos outro cenário, em que o hiato de valor é positivo, ou seja, o MV é maior que o IV (*dowside*). Estes resultados apontam uma situação A, em que variações na taxa de juros esperada influenciam positivamente no hiato de valor. Neste período, observa-se a retomada dos investidores para a renda variável, ocasionando a valorização do Ibovespa. Ademais, este período implica em poucos ganhos para os agentes do modelo.

5.2.3. Efeitos sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa

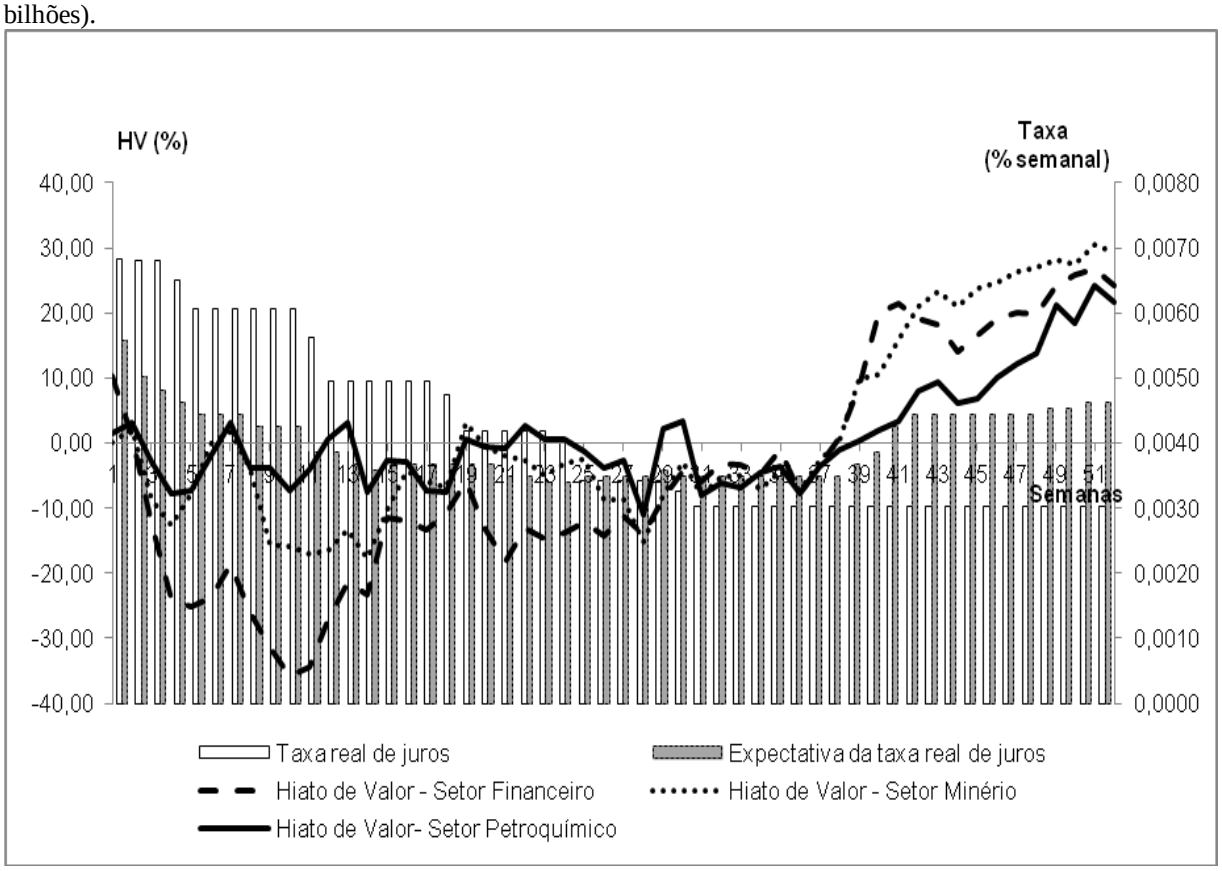
A análise setorial do ano de 2009 corresponde às séries temporais de 52 semanas e 15 ações[53] distribuídas em três setores da economia: Financeiro, Minério e Petroquímico, com participação do Ibovespa, respectivamente, 15,09%, 21,31% e 18,25%. O gráfico abaixo (8)

[53]BBAS3; BBDC4; BRAP4; BRKM5; ITSA4; ITUB4; MMXM3; OGXP3; PETR3; PETR4; SANB11; USIM3; USIM5; VALE3; VALE5.

apresenta a variação do hiato de valor destes setores. Pode-se verificar que os três setores comportaram-se até a trigésima sétima semana[54] com *upside*.

O setor financeiro, principalmente no primeiro trimestre, obteve maior grau de deslocamento entre MV e IV em relação aos outros setores, indicando a confiança dos investidores em papéis menos voláteis a títulos americanos. Neste momento, também, observa-se a incerteza da demanda mundial em relação aos nossos produtos, retraindo o MV das empresas com maior volatilidade ao mercado externo. Após o primeiro trimestre, nota-se a recuperação da demanda mundial em países emergentes, tanto do setor de mineração como o petroquímico. Porém, o setor petroquímico leva mais tempo para resgatar seu preço de mercado, ao qual seu crescimento foi inferior ao índice Ibovespa.

Gráfico 8 – Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2009 no Brasil. (Em R$ bilhões).



Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do Bacen; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

[54]Período de redução aguda nas taxas de juros.

5.3. Análise gráfica das simulações para o ano 2010: efeitos da crise europeia

Nos gráficos desta subseção apresentam-se o somatório das séries temporais dos IV das 52 semanais e os somatórios dos MV das 68 empresas[55], com média de 99,85% da composição do Ibovespa. O grau de correlação entre o IV e o MV, neste período foi de 99%.

5.3.1. Efeitos sobre o valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa - 2010

No ano de 2010, a economia brasileira teve seu crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) em torno de 7,5%. Este crescimento, não ocorria há mais de duas décadas, e o Ibovespa atingiu em torno de 71.000 pontos muito próximo dos 73.000 pontos de maio de 2008. No entanto, a piora das expectativas sobre a evolução dos indicadores da economia americana, associada à contração da oferta crédito da China e à crise fiscal em países importantes da Zona do Euro (Portugal, Grécia, Espanha, Itália e França), gerou um considerável aumento no grau de incerteza nos mercados produtivos e financeiros do mundo todo, o que reduziu o MV das empresas do Ibovespa.

O comportamento das taxas reais de juros (a básica e a esperada), a meta para a taxa Selic foi mantida pelo Copom em 8,75% a.a. ao longo do primeiro trimestre de 2010. Portanto, nas duas primeiras reuniões do Copom, a meta para a taxa básica de juros foi mantida em 8,75%, a menor taxa da série iniciada em 1999. Mas nas três reuniões seguintes, nos segundo e terceiro trimestres do ano, o Copom realizou elevações que totalizaram 200 pontos base e nas três últimas reuniões do ano, o Comitê manteve a 10,75% a.a. Tal política de juros foi implementada como resposta às pressões inflacionárias relacionadas, pelo lado da economia internacional, aos aumentos dos preços das *commodities* e, pelo lado da atividade econômica interna, ao hiato existente entre o crescimento da oferta agregada e a expansão da demanda interna. O IPCA anual atingiu 5,91%, patamar que ficou mais próximo do limite superior do intervalo de 2,5% a 6,5% definido como meta inflacionária para 2010 pelo CMN[56].

Nesse sentido, a taxa Selic efetiva acumulada em 2010 ficou em 9,8%, ao passo que a taxa Selic real acumulada no ano, deflacionada pelo IPCA, atingiu 3,7%. A taxa real de juros esperada[57] subiu de 5,1%%, no final de 2009, para 6,2% a.a., no final de 2010. Os contratos de swap DI x pré de 360 dias, negociados no mercado de derivativos, traduziram-se em taxas

---

[55]Desdobramento ocorrido: CSNA.

[56]Cumpre resssaltar que, a despeito do aumento do IPCA, 2010 foi o sétimo ano consecutivo em que este índice permaneceu no intervalo estipulado pelo CMN.

[57] Taxa de juros real *ex-ante*, calculada pelo Banco Central,conforme citação da seção anterior.

crescentes no mercado futuro de juros durante o primeiro semestre deste ano, chegando a atingir a taxa de 11,9% a.a. no dia 18 de junho.

No segundo semestre, contudo, estes contratos mostraram volatilidade e terminaram sendo negociados a 12,03% a.a. ao final de 2010. Este nível foi 157 pontos básicos mais alto do que a taxa registrada no final do ano de 2009. O CMN e a diretoria colegiada do Banco Central decidiram no mês de dezembro implementar algumas medidas destinadas ao fortalecimento da regulação financeira, com vistas ao reforço da estabilidade das instituições financeiras que compõem do Sistema Financeiro Nacional (SFN) e o aumento da segurança do processo de crescimento do mercado de crédito. Estas medidas ficaram conhecidas como medidas regulatórias macroprudenciais[58]. Faltava, contudo, articular tais medidas com a política de fixação de juros básicos pelo Copom. Nesse sentido, o Copom, em sua última reunião do ano, avaliou que o cenário econômico não representava riscos maiores para o recrudescimento de um processo benigno de inflação de demanda[59]. O gráfico 9 exibe um declínio das séries de IV e VM no período analisado. É perceptível também, pelo exame desse gráfico, a correlação negativa entre as duas séries das taxas de juros (básica e esperada) e as séries de IV e VM.

A oferta pública de ações da Petrobrás atingiu um volume negociado de R$ 120,2 bilhões, valor que impulsionou as ofertas primárias de debêntures, notas promissórias e ações registradas na CVM no ano de 2010. Houve um aumento de 341% no volume relativo ao ano anterior. O valor de mercado das empresas componentes da carteira teórica do Ibovespa aumentou 10,1% em 2010. Chegou a R$2,6 bilhões em dezembro, enquanto atingiu, no mesmo mês do ano anterior, R$2,3 bilhões. O volume médio diário negociado na Bovespa aumentou 22,4% no ano, totalizando R$6,4 milhões.

No segundo trimestre, o cenário internacional continuou preocupante, o que levou o investidor em ativos de renda variável a concentrar suas preocupações nos efeitos da crise fiscal na Europa sobre os próprios países europeus e também sobre a atividade econômica chinesa. Tais preocupações refletiram o fato de que várias empresas brasileiras importantes possuem sua dinâmica exportadora fortemente atrelada ao crescimento dos mercados: chinês,

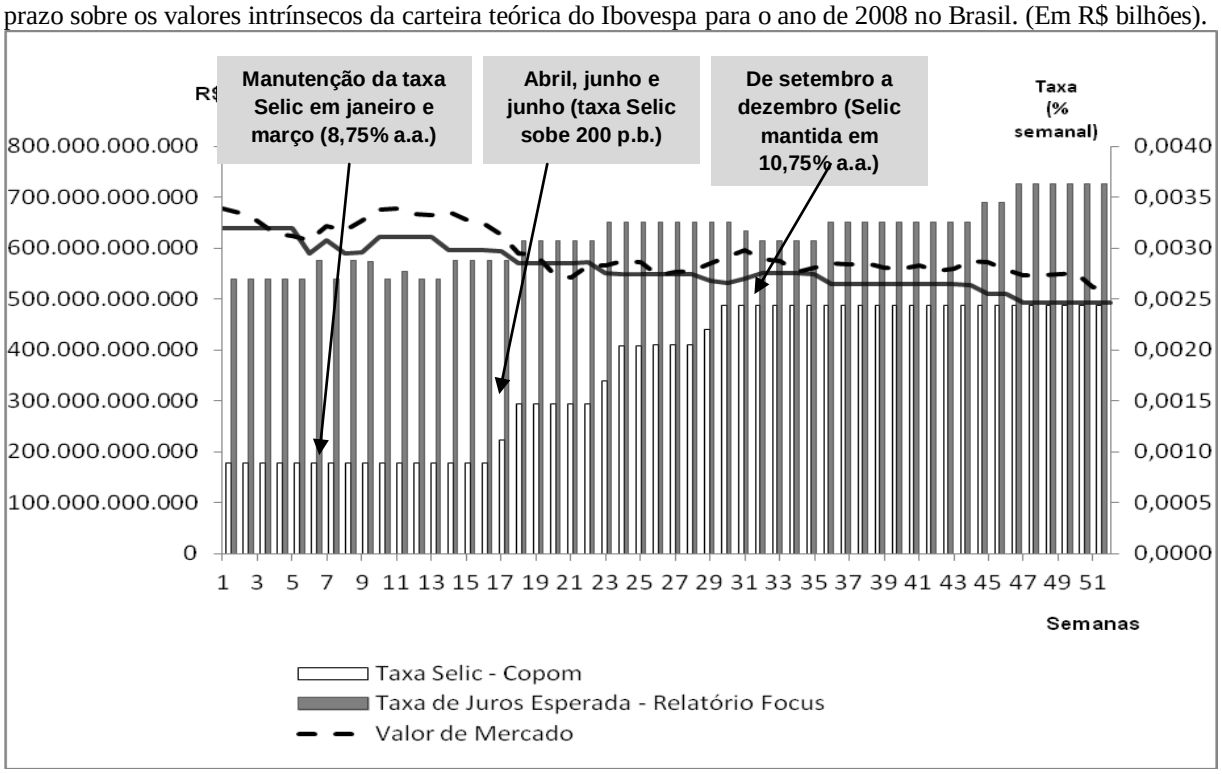
---

[58] Duas delas foram especialmente relevantes: (i) elevação da taxa de recolhimentos compulsórios; e (ii) aumento do requerimento de capital para operações de crédito a pessoas físicas com prazos superiores a 24 meses.

[59] No entanto, o Comitê optou por aguardar um período de tempo para verificar os impactos sobre a evolução do IPCA das elevações da taxa Selic, promovidas ao longo do primeiro semestre de 2010 e também das medidas macroprudenciais adotadas no mês de dezembro. A manutenção da taxa Selic na reunião de dezembro foi adotada tendo por base esta análise do Comitê.

norte-americano e europeu (sendo que o mercado chinês vem ganhando importância em relação aos outros dois, nos últimos dez anos).

Gráfico 9 – Séries semanais das simulações computacionais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os valores intrínsecos da carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2008 no Brasil. (Em R$ bilhões).

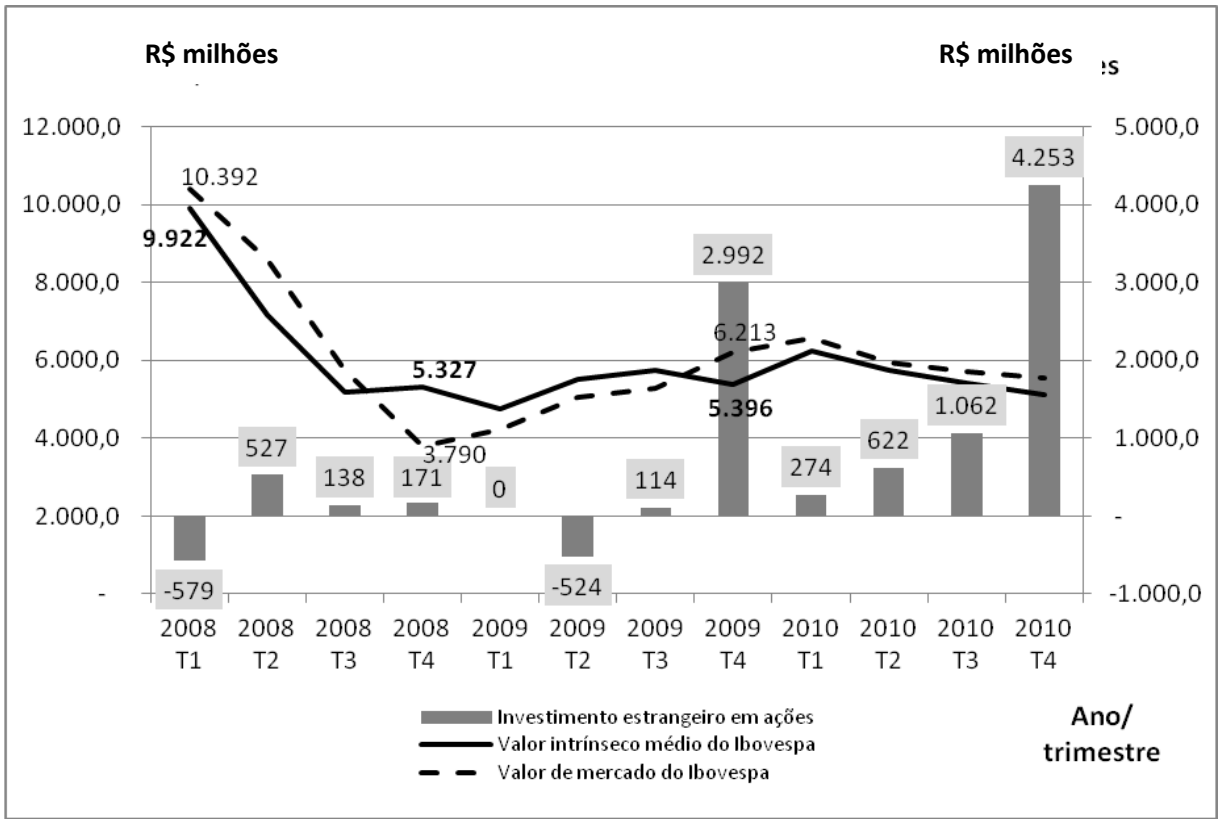


Fonte: Cálculos do autor; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do BACEN; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

O investimento estrangeiro também se reduziu muito nos dois primeiros trimestres do ano. No primeiro, ele alcançou US$ 274 milhões e, no segundo, aumentou para US$ 622 milhões, valores abaixo dos US$ 2,99 bilhões referentes ao último trimestre de 2009 (gráfico 10).

Além deste cenário de piora na economia internacional, a conjuntura doméstica passou a exibir uma maior pressão inflacionária, o que motivou um ciclo de aumentos na taxa Selic pelo Copom. Assim, pelo canal da taxa de juros e também pelas expectativas dos investidores estrangeiros, o HV da carteira teórica do Ibovespa foi afetado e mostrou trajetória declinante.

Gráfico 10 – Séries trimestrais dos valores intrínsecos, de mercado e do investimento estrangeiro em ações para os anos de 2008 a 2010 no Brasil.



Fonte: Cálculos do autor; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do BACEN; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

5.1.2. Efeitos sobre o hiato de valor da carteira teórica do Ibovespa - 2010

No gráfico (11), observam-se as trajetórias do hiato de valor do Ibovespa em relação às elevações das taxas básicas e esperadas de juros. Neste gráfico, procurou-se também associar a dinâmica do HV do Ibovespa aos principais fatos econômicos do período: o rebaixamento da classificação de risco das dívidas de Portugal e Grécia, em 27 de abril de 2010 e a expansão do PIB industrial e de serviços, iniciados nas semanas próximas do dia 27 de abril de 2010[60].

No terceiro trimestre - mais especificamente no mês de setembro - o Ibovespa atingiu o patamar histórico de cerca de 70.000 pontos[61]. As taxas do IPCA já mostravam que o processo inflacionário tinha sido contido e o relatório Focus apontava crescimento da economia brasileira em torno de 7% ao fim de 2010. Consequentemente, no final de 2010, o

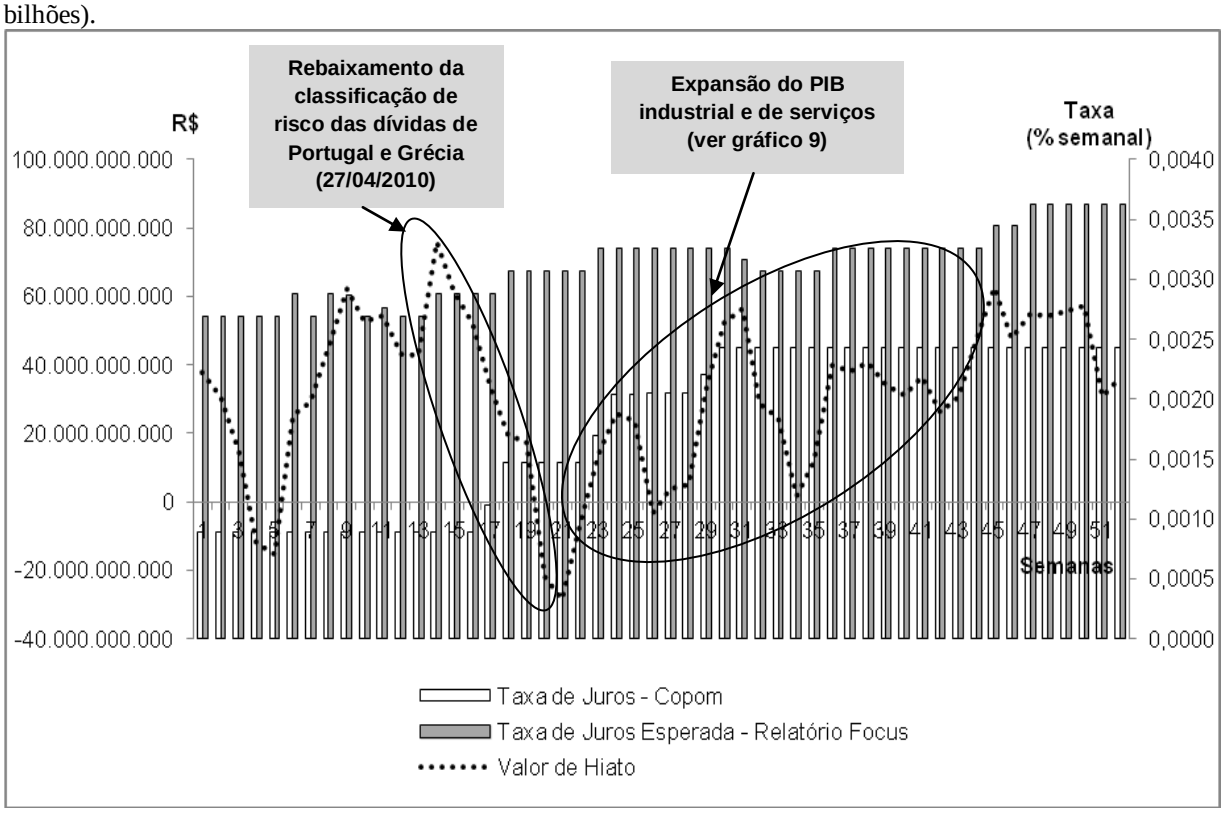
[60] Tal expansão foi motivada por uma conjunção de fatores expansionistas, tais como a elevação da despesa pública, as medidas de estímulo ao consumo e ao crédito privados e o aumento do investimento estrangeiro.e Expansão do PIB industrial e de serviços (ver gráfico 5)

[61] Evento com influência da Petrobrás onde capitalizou na Bovespa, o que atingiu cerca de R$ 30,4 bilhões.

país apresentava uma discrepância entre o forte crescimento da economia brasileira e a reversão do crescimento do Ibovespa (60.000 pontos). Este descompasso foi associado aos efeitos da crise europeia[62] e à troca de ativos de renda variável por ativos de renda fixa, promovida pelos investidores brasileiros. Mesmo com este cenário adverso, o comportamento do hiato de valor mostrou-se em grande parte positivo.

O fato de o MV ter ficado maior do que o IV sinalizou uma situação de *downside*. Somente no período entre a décima nona e a vigésima segunda semanas deste ano o hiato de valor ficou negativo. Ou seja, a taxa de juros definida pelo Copom elevou-se, e o IV diminuiu neste período, mas, mesmo assim, ele ficou maior que o MV, indicando *upside* neste curto período. Essas considerações podem ser verificadas no gráfico 10.

Gráfico 11 – Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2010 no Brasil. (Em R$ bilhões).



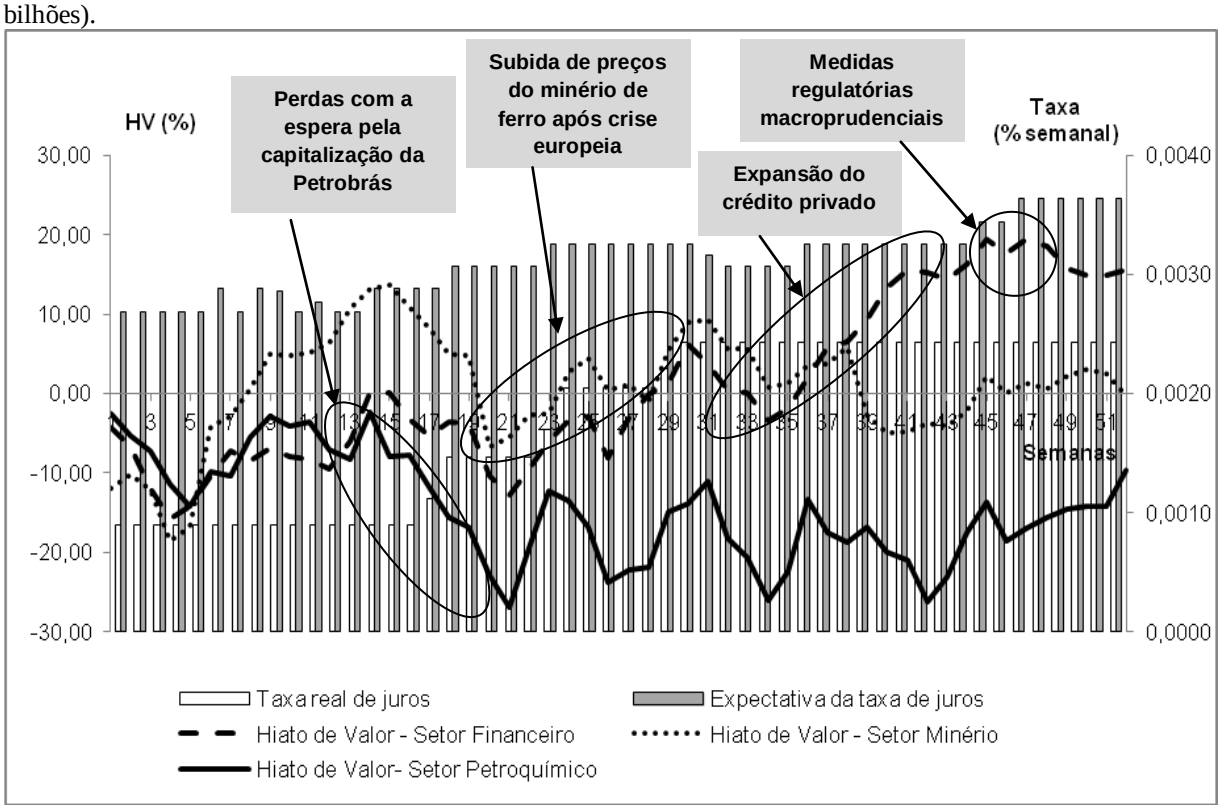
Fonte: Cálculos do autor; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do BACEN; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

[62] Cerca de um terço dos movimentos da Bovespa são de investidores estrangeiros.

5.1.3. Efeitos sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa - 2010

A análise setorial do ano de 2010 corresponde as 52 semanas e 15 ações[63] do presente ano distribuídas em três setores da economia: Financeiro, Minério e Petroquímico, com participação do Ibovespa, respectivamente, 13,45%, 18,86% e 15,65%. O gráfico abaixo apresenta a variação do hiato de valor destes setores.

Gráfico 12 – Séries semanais dos efeitos das taxas de juros esperadas e de curto prazo sobre os hiatos de valor dos principais setores que compõem a carteira teórica do Ibovespa para o ano de 2010 no Brasil. (Em R$ bilhões).



Fonte: Cálculos do autor; demonstrativos financeiros padronizados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), referentes ao exercício de 2007, das 68 empresas que compuseram a carteira teórica do Ibovespa; Relatórios Focus do BACEN; BMF&Bovespa, Comitê de Política Monetária (Copom).

Constata-se, que os três setores comportaram-se de forma heterogênea. O setor financeiro cresceu em torno de 10 % ao ano, ou seja, impacto sobre o hiato de valor foi positivo (situação A). De igual forma, o setor de minério desbanca o grande setor petroquímico em volume de negócios na Bovespa, e seu hiato de valor também foi positivo. De forma inversa, o setor petroquímico, penaliza o índice devido a sua grande participação ao

[63]BBAS3; BBDC4; BRAP4; BRKM5; ITSA4; ITUB4; MMXM3; OGXP3; PETR3; PETR4; SANB11; USIM3; USIM5; VALE3; VALE5.

qual sofreu uma desvalorização de 25% do seu MV. Estes resultados combinam com a carta[64] econômica da Universidade Católica de Brasília.

[64]. Disponível em: http://www.ucb.br/sites/100/123/CartaEconomica/2010/Dezembro2010.pdf.

6. Considerações finais

Em geral, as pesquisas anteriores sobre macroeconomia financeira utilizando modelos de *valuation* tentam comparar o desempenho dos modelos de avaliação de investimentos concentrando-se em análise do tipo *"top-down"* [65]. Utilizou-se neste trabalho, um modelo baseado na empresa que adota uma abordagem *bottom-up*. Essa abordagem fundamentalista diferencia-se da *top-down* pelo uso das informações contábeis contidas nos balanços das empresas (agentes) em seu nível micro e de variáveis de taxa de juros básica (taxas Selic e Selic esperada) para calcular o valor justo das ações que compõem a carteira teórica do Ibovespa.

Este modelo de finanças computacionais é multiagente e articula técnicas relativas às áreas de finanças (modelo de *valuation* de ações), economia computacional e economia monetária. Os agentes do modelo são os acionistas das empresas que compõem a carteira teórica do Ibovespa. As expectativas destes agentes recaem sobre as taxas de lucros destas empresas. Tais taxas esperadas de lucro são combinadas - em uma fórmula de *valuation* referente à técnica de fluxo de caixa descontado da empresa - com as taxas de juros de curto prazo e esperada (que funcionam como taxas de desconto intertemporal das aplicações nas referidas ações).

Inicialmente, devem ser estimados os fluxos de caixa de todas as empresas do Ibovespa, para todos os anos do período em estudo. Em seguida, tais fluxos devem ser projetados para anos futuros e, depois, descontados com o uso da fórmula citada. Obtêm-se assim as estimativas de valor intrínseco de cada ação, que, somadas e ponderadas de acordo com a participação na carteira teórica do Ibovespa, totalizam a estimativa de valor intrínseco do próprio Ibovespa. Finalmente, deduz-se o novo índice de hiato de valor do Ibovespa, que é a diferença entre os seus valores de mercado e intrínseco. Esta série de índice de hiato de valor possui utilidade para detecção e mensuração de bolhas especulativas no mercado de ações e situações de *bear market*.

---

[65] Conforme Bodie, Kane e Marcus (2009), na análise fundamentalista, as técnicas de *valuation* de ações podem ser *top-down* ou *bottom-up*. Um analista utiliza a primeira técnica quando deseja avaliar, primeiramente, o ambiente macroeconômico, depois o setor no qual a empresa atua e, finalmente, os relatórios contábeis e a qualidade da gestão da empresa. Inversamente, ele utiliza a segunda técnica quando deseja avaliar, pela ordem, os relatórios contábeis e a gestão da empresa, depois o setor no qual ela atua e, por fim, ao ambiente macroeconômico no qual a empresa está inserida. A abordagem utilizada neste modelo é a *bottom-up*, pois os modelos de simulação computacional baseados no agente geralmente são utilizados para estudar comportamentos complexos que emergem do nível micro dos sistemas para o seu nível macro.

Contudo, além desta análise descritiva, procurou-se demonstrar o efeito de fatores exógenos ao modelo sobre as referidas séries. Portanto, buscou-se relacionar as trajetórias geradas pelo modelo computacional com vários eventos ocorridos no referido triênio. Entre eles, os mais importantes são:

(i) *default* de instituições financeiras norte-americanas na crise de 2008 e o *split* das ações da Petrobrás neste mesmo ano;
(ii) as medidas expansionistas de política fiscal e monetária adotadas pelo governo e a obtenção do investimento grade no ano de 2009;
(iii) as decisões de regulação macroprudencial e a crise europeia ocorrida no ano de 2010.

Dessa forma, conclui-se que o modelo contribui na análise dos efeitos da fixação da taxa de juros Selic pelo Copom e da formação das expectativas sobre as taxas futuras de juros em relação aos valores intrínsecos e o hiato de valor das ações do Ibovespa, o que pode ser útil para futuras investigações sobre o mecanismo de transmissão da política monetária para o mercado de capitais. Além disso, sugerem-se como aplicações deste modelo as estimações das elasticidades das taxas de juros de curto prazo e esperada, como também o uso das suas séries em modelos VAR e de dados em painel, bem como a sua adaptação para outros índices de ações, como o IBRX-50, por exemplo.

Referências

1. ABELL, L.M; e BRASELTON, P. J. (2004). *The Maple V Handbook.* [s.n.]: Universidade de Michigan.
2. ALCHIAN, A. (1950). Uncertainty, evolution, and economic theory. *Journal of Political Economy* 58, 211–222.
3. AMMAN, H.M.; KENDRICK, D.A.; RUST, J. (1996). *Handbook of Computational Economics*, v. 1.[S.I.:s.n.]
4. ASSAF NETO, A. (2010). *Finanças Corporativas e Valor*. São Paulo: Atlas.
5. BANCO CENTRAL. (2010). Boletim do Banco Central do Brasil – Relatório Anual. Disponível em: http://www.bcb.gov.br/pec/boletim/banual2010/rel2010p.pdf
6. _____. (2009). Boletim do Banco Central do Brasil – Relatório Anual. Disponível em: http://www.bcb.gov.br/pec/boletim/banual2009/rel2009apendp.pdf
7. _____. (2008). Boletim do Banco Central do Brasil – Relatório Anual. Disponível em: http://www.bcb.gov.br/pec/boletim/banual2008/rel2008p.pdf
8. BANKS, J. e CARSON, J, S. (1984). *Discrete Event System Simulation.* Englewood Cliffs. New Jersey, Prentice Hall.
9. BANSAL, R., YARON, A. (2004). Risks for the long run: A potential resolution of asset pricing puzzles. *Journal of Finance* 59, 1481–1509.
10. BARBER, B. e ODEAN, T. (2000). Trading is hazardous to your health: the common stock investment performance of individual investors. *Journal of Finance*, n. 55, p. 773-806.
11. _____ (2001). Boys will be boys: gender, overconfidence and common stock investment. *Quarterly Journal of Economics*, n. 16, p. 262-292.
12. BISCIARI, P.; DURRÉ, A.& NYSSENS, A. (2003). *Stock market valuation in the United States*. Brussels: National Bank of Belgium.
13. BLACHMAN, N. (1992). *Mathematica: a practical approach*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
14. BLACK, F. e SCHOLES, M. (1972). The valuation of option contracts and a test of market efficiency. *Journal of Finance*, 27 (2), 399–418.
15. BODIE, Z.; KANE, A. & MARCUS, A. J. (2009). *Investments*. 8thed. New York: McGraw-Hill.
16. BREEDON, D. (1979). An intertemporal asset pricing model with stochastic consumption and investment. *Journal of Financial Economics* 7, 265–296.

17. BRENNER, T. (2006). Agent learning representation: advice on modelling economic learning. In: In: TESTFATSION, L. & JUDD, K. L. *Handbook of computational economics (vol. 2)*. Amsterdam: Elsevier.
18. BROCK,W.A., LAKONISHOK, J., LEBARON, B. (1992). Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *Journal of Finance* 47, 1731–1764.
19. CAMERER, C. (2003). *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
20. CAMPBELL, J.Y., SHILLER, R. (1988). *The dividend–price ratio and expectations of future dividends and discount factors*. Review of Financial Studies 1, 195–227.
21. _____, e Cochrane, J.H. (1999). By force of habit: A consumption-based explanation of aggregate stock market behavior. *Journal of Political Economy* 107, 205–251.
22. _____(2000). Asset pricing at the millennium. *Journal of Finance* 55, 1515–1568.
23. CHOPRA, N.; LAKONISHOK, J. e RITTER, J. (1992). Measuring abnormal performance: do stocks overreact? *Journal of Financial Economics*, n. 31, p. 235-268.
24. COOTNER, P. (1964). *The Random Character of Stock Market Prices*. MIT Press, Cambridge.
25. CUTHBERTSON, K.; NIETZSCHE, D. (2004). *Quantitative Financial Economics: Stocks, Bonds and Foreign Exchange*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.
26. DAMODARAN, A. (1996). *Avaliação de Investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo.* Rio de Janeiro: Qualitymark.
27. _____ (2009). *The dark side of valuation: valuing young, distressed and complex businesses*. 2nd ed. New Jersey: FT Press.
28. _____ (2011). *The little book of valuation: how to value a company, pick a stock and profit.* New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
29. _____ (2012). *Investment Valuation: tools and techniques for determining the value of any asset*. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
30. DE BONDT, W. F. e THALER, R. H. (1987). Further evidence on investor overreaction and stock market seasonality. *Journal of Finance,* n. 42, p. 557-581.
31. DELONG, J.B., SHLEIFER, A., SUMMERS, L.H., WALDMANN, R. (1990). Noise trader risk in financial markets. *Journal of Political Economy* 98, 703–738.

32. FAMA, E. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance* 25,383–417.
33. _____ (1991). Efficient capital markets: II. *Journal of Finance* 45, 1575–1617.
34. FLAKE, G. (1998). *The Computational Beauty of Nature. MIT Press, Cambridge, MA.*
35. FRANKLIN, S. (1997a). *Autonomous agents as embodied AI*. Cybernetics and Systems 28, 499–520.
36. FRIEDMAN, M. (1953). *The methodology of positive economics*. In: Friedman, M. (Ed.), Essay in Positive Economics. University of Chicago Press, Chicago, pp. 3–43.
37. FROIDEVAUX, P. (2004). *Fundamental Equity Valuation: Stock Selection based on Discounted Cash Flow.* University of Fribourg.
38. GROSSMAN, S., STIGLITZ, J. (1980). *On the impossibility of informationally efficient markets.* American Economic Review 70, 393–408.
39. JUDD, K. L. (2006). Computationally intensive analyses in Economics. In: TESTFATSION, L. & JUDD, K. L. *Handbook of computational economics (vol. 2)*. Amsterdam: Elsevier.
40. KAHNEMAN, D. e TVERSKY, A. (1972). *Subjective probability: a judgement of representativeness*. Cognitive Psychology, v.3, p. 430-454.
41. _____. (1973). *On the psychology of prediction*. Psychology Review, v. 80, p. 237-251.
42. KENDRICK, D. A.; MERCADO, P.R. & AMMAN, H. (2005). *Computational Economics*. Princeton University Press.
43. KIRMAN, A.P. (1992). *Whom or what does the representative individual represent?* Journal of Economic. Perspectives 6, 117–136.
44. LAPKOUSKI, S. e RASOTO, I. V (2005). *Valuation: Aplicação dos Modelos de Avaliação*. Centro Universitário Franciscano – UNIFAE.
45. LAW, A M. & KELTON, W. D. (1991).*Simulation modeling andanalysis*. 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill.
46. LEBARON, B. (2006). Agent-based computational finance. In: TESTFATSION, L. & JUDD, K. L. *Handbook of computational economics(vol. 2)*. Amsterdam: Elsevier.
47. LO, A.W., MACKINLAY, A.C. (1988). Stock prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. Review of Financial Studies 1, 41–66.
48. LUCAS, R.E.J (1978). *Asset prices in an exchange economy*. Econometrica 46, 1429–1445.

49. LUSTOSA, P. R. B. PONTE, V. M. R. DOMINAS, W. R. (2004). Simulação. In: CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C.N. (coord.) *Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração – Contabilometria*. São Paulo: Atlas, p.242-284.
50. MARTINS, E. (2011). *Avaliação de Empresas: da mensuração contábil à econômica*. São Paulo: Atlas.
51. McKINSEY& COMPANY, Inc. (2000).*Valuation: measuring and managing the value of companies*. New Jersey: John Wiley & Sons.
52. MENNER, W. A. (1995). *Introduction to modeling and simulation*. JohnsHopkins, APL Technical Digest, v. 16, n. 1, p. 6-17, 1995.
53. MERTON, R. (1971). Optimum consumption and portfolio rules in a continuous-time model. [S.L.] *Journal of Economic Theory* 3, 373–413.
54. MILLER, M. H. E MODIGLIANI. F. (1961). *Dividend policy, growth, and the valuation of shares.* Journal of Business, No. 4, 411-433.
55. MIRANDA, M. J. (2002). *Applied Computational Economics and Finance*. Massachussets: The MIT Press.
56. NAYLOR, T. et al. (1971).*Técnicas de Simulação em Computadores*. Petrópolis, Vozes, 1971.
57. NOFSINGER, J. R. (2005). *The psychology of investing*. New York: Pearson Education.
58. ODEAN, T. (1998). Are investors reluctant to realize their losses? *Journal of Finance*, n. 53, p. 1775-1798.
59. PAGE, S. E. (2008). *Agent-Based models*. *The New Palgrave Dictionary of Economic*, 2nd Edition. [S.L.]
60. PASSOS, O. M. (2008). *Modelo Macrodinâmico Aberto de Simulação Computacional*. Universidade Federal do Paraná.
61. _____ (2012). *Como estimar uma série de valor intrínseco da carteira teórica do Ibovespa? Um modelo multiagente de finanças computacionais.* Disponível em: http://ich.ufpel.edu.br/economia/professores/mpassos/ComoestimaroIVdoIbovespa-Passos.pdf.
62. PÓVOA, A. (2007). *Valuation: como precificar ações*. 2ª ed. São Paulo: Globo.
63. RUBENSTEIN, M. (2001). Rational markets: Yes or no? The affirmative case. *Financial Analyst Journal* 17, 15–29.
64. RUSSEL, S. E NORVIG, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*.USA: Prentice Hall, USA.

65. SANTOS, J. L SCHMIDT, P. e FERNANDES, L. A. (2006). *Introdução à avaliação de empresas*. São Paulo: Atlas.
66. SCHMIDT, P.; SANTOS (2006). *Introdução à Avaliação de Empresas*. São Paulo: Atlas.
67. SHANNON, R. E. (1975). *System Simulation: The Art and Science*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
68. SHEFRIN, H. e STATMAN, M. (1985). The disposition to sell winners too early and ride losers too long: theory and evidence. *Journal of Finance*, n. 40, p. 777-790.
69. SHINGAREVA, I. K. e LIZÁRRAGA-CELAYA, C. (2009). *Maple and Matematic*. 2nd ed. Vienna: Springer-Verlag.
70. STATMAN, M. (1997). Behavioral finance. *Contemporary Finance Digest*, v. 1, p. 5-22.
71. STEWART III, G. B. (1991).*The quest for value: a guide for senior managers*. New York: Harpers Collins Publishers Inc.
72. STICKNEY, C., WEIL, R. L. & SCHIPPER, K. (2009). *Financial accounting: an introduction to concepts, methods and uses*. Forth Worth: The Dryden Press.
73. STINESPRING, J.R. (2002). *Mathematica for Microeconomics: learning by example*. Academic Press/Harcourt Inc.: San Diego, California.
74. KOESRINDARTOTO, D.; SUN, J.; TESFATSION, L. (2005). An Agent-Based Computational Laboratory for Testing the Economic Reliability of Wholesale Power Market Designs. *Proceedings of the IEEE Power and Energy Society General Meeting*, San Francisco, California, June 12-16, pp. 931-936
75. TESTFATSION, L. (2006). Agent-based computational economics: a constructive approach to economic theory. In: TESTFATSION, L. & JUDD, K. L. *Handbook of computational economics*. Vol. 2. Amsterdam: Elsevier.
76. VARIAN, H. (1993). *Economic and Financial Modelling with Mathematica*. Telos.
77. WERKER, C. e BRENNER, T. (2004). *Empirical calibration of simulation models*. *Eindhoven Institute of Technology, Netherlands*. Disponível em: https://papers.econ.mpg.de/evo/discussionpapers/2004-10.pdf
78. WILLIANS, J. (1938). *The theory of investment value*. Cambridge, Harvard University Press.
79. WINSTON, W. L. (1994). *Operations research: applications and algorithms.* 3.ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 1335p.

Anexo A - Quantificação dos hiatos de valor nos trimestres do triênio de 2008-2010

Tabela 8 – Quantificação do hiato de valor do Ibovespa e respectivas taxas de juros em 2008 (em R$)

	Valores nominais			Valores Reais			
Semanas	HV do Ibovespa (em R$)	Selic atual (% a.a.)	Selic esperada (% a.a.)	IPCA (% a.m.)	HV do Ibovespa (em R$)	Selic atual (% a.m.)	Selic esperada (% a.m.)
1	75.754.099.908	11,18	10,75	0,0044	75.421.363.621	0,0045	0,0042
2	17.585.385.149	11,18	10,00	0,0044	17.508.144.501	0,0045	0,0036
3	- 60.858.685.940	11,18	10,00	0,0044	- 60.591.375.086	0,0045	0,0040
4	- 37.657.719.931	11,18	10,25	0,0044	- 37.492.315.156	0,0045	0,0042
5	51.359.864.803	11,18	10,25	0,0040	51.154.713.013	0,0049	0,0042
6	39.811.803.881	11,18	10,25	0,0040	39.652.779.653	0,0049	0,0042
7	91.752.384.991	11,18	10,38	0,0040	91.385.889.361	0,0049	0,0043
8	122.741.576.634	11,18	10,38	0,0040	122.251.297.809	0,0049	0,0043
9	135.782.201.288	11,18	10,50	0,0040	135.239.833.005	0,0049	0,0044
10	83.869.228.252	11,18	10,50	0,0039	83.540.913.263	0,0050	0,0044
11	67.684.686.519	11,18	10,50	0,0039	67.419.727.634	0,0050	0,0044
12	1.681.101.990	11,18	10,50	0,0039	1.674.521.138	0,0050	0,0039
13	21.736.396.089	11,18	10,50	0,0039	21.651.306.661	0,0050	0,0039
14	102.708.044.542	11,18	11,25	0,0045	102.248.765.274	0,0044	0,0045
15	112.086.602.378	11,18	11,25	0,0045	111.585.385.040	0,0044	0,0045
16	155.107.625.279	11,38	11,25	0,0045	154.414.030.957	0,0046	0,0026
17	182.138.398.212	11,63	11,34	0,0045	181.323.930.460	0,0047	0,0026
18	87.501.794.116	11,63	11,50	0,0064	86.945.603.169	0,0029	0,0028
19	128.792.563.218	11,63	11,75	0,0064	127.973.914.201	0,0029	0,0029
20	158.151.804.594	11,63	12,00	0,0064	157.146.538.326	0,0029	0,0031
21	209.293.993.608	11,63	12,25	0,0064	207.963.650.320	0,0029	0,0037
22	195.525.280.433	11,63	12,50	0,0064	194.282.455.734	0,0029	0,0039
23	151.705.090.545	11,84	12,50	0,0060	150.799.882.141	0,0034	0,0039
24	134.950.722.282	12,16	12,75	0,0060	134.145.485.441	0,0036	0,0041
25	118.079.948.580	12,17	13,00	0,0060	117.375.377.880	0,0036	0,0059
26	115.978.802.815	12,17	13,50	0,0060	115.286.769.432	0,0036	0,0063
27	94.006.618.076	12,17	13,50	0,0043	93.601.179.299	0,0053	0,0063
28	55.532.613.036	12,17	13,50	0,0043	55.293.107.827	0,0053	0,0063
29	60.220.989.607	12,17	13,75	0,0043	59.961.264.016	0,0053	0,0085
30	80.993.071.695	12,47	14,00	0,0043	80.643.758.715	0,0055	0,0087
31	95.251.623.926	12,92	14,00	0,0023	95.032.172.477	0,0079	0,0087
32	60.973.650.070	12,92	14,00	0,0023	60.833.172.089	0,0079	0,0087
33	50.490.709.211	12,92	14,00	0,0023	50.374.383.013	0,0079	0,0087
34	61.747.078.713	12,92	14,00	0,0023	61.604.818.819	0,0079	0,0088
35	72.514.424.904	12,92	14,00	0,0023	72.347.357.982	0,0079	0,0088
36	33.457.068.225	12,92	13,75	0,0021	33.385.427.699	0,0080	0,0087
37	7.221.516.285	13,22	13,75	0,0021	7.206.053.088	0,0083	0,0087
38	9.068.523.215	13,66	13,75	0,0021	9.049.105.083	0,0086	0,0071
39	39.641.956.186	13,66	13,75	0,0021	39.557.072.162	0,0086	0,0071
40	- 2.826.138.342	13,66	13,50	0,0037	- 2.815.752.827	0,0071	0,0069
41	- 93.752.571.883	13,66	13,50	0,0037	- 93.408.049.189	0,0071	0,0069
42	- 112.667.730.569	13,66	13,50	0,0037	- 112.253.698.299	0,0071	0,0069
43	- 137.665.822.006	13,66	13,50	0,0037	- 137.159.926.552	0,0071	0,0077
44	- 166.938.828.169	13,66	13,38	0,0037	- 166.325.360.040	0,0071	0,0076
45	- 134.558.641.458	13,66	13,25	0,0030	- 134.161.477.061	0,0078	0,0075
46	- 152.911.091.903	13,66	13,31	0,0030	- 152.459.758.263	0,0078	0,0075
47	- 193.455.366.905	13,66	13,31	0,0030	- 192.884.362.448	0,0078	0,0082
48	- 180.036.836.419	13,66	13,50	0,0030	- 179.505.438.207	0,0078	0,0083
49	- 211.847.720.302	13,66	13,25	0,0023	- 211.359.641.598	0,0084	0,0081
50	- 186.002.067.456	13,66	13,00	0,0023	- 185.573.534.887	0,0084	0,0079
51	- 187.658.435.312	13,66	12,25	0,0023	- 187.226.086.615	0,0084	0,0097
52	- 237.370.001.896	13,66	12,00	0,0023	- 236.823.122.077	0,0084	0,0095

Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional e Relatórios Focus do Bacen

Tabela 9 – Quantificação do hiato de valor do Ibovespa e respectivas taxas de juros em 2009 (em R$)

	Valores nominais			Valores Reais			
Semanas	HV do Ibovespa (em R$)	Selic atual (% a.a.)	Selic esperada (% a.a.)	IPCA (% a.m.)	HV do Ibovespa (em R$)	Selic atual (% a.m.)	Selic esperada (% a.m.)
1	- 10.955.863.699	13,67	12,00	0,0039	- 10.912.975.808	0,0068	0,0056
2	- 11.767.239.922	13,66	11,25	0,0039	- 11.721.175.813	0,0068	0,0050
3	- 47.102.022.873	13,66	11,00	0,0039	- 46.917.637.009	0,0068	0,0048
4	- 68.267.817.495	13,26	10,75	0,0039	- 68.000.575.883	0,0065	0,0046
5	- 64.269.340.503	12,66	10,50	0,0039	- 64.017.751.354	0,0061	0,0044
6	- 43.792.162.097	12,66	10,50	0,0045	- 43.596.336.811	0,0061	0,0044
7	- 29.112.480.400	12,66	10,50	0,0045	- 28.982.298.205	0,0061	0,0044
8	- 56.447.217.382	12,66	10,25	0,0045	- 56.194.802.523	0,0061	0,0043
9	- 74.630.572.241	12,66	10,25	0,0045	- 74.296.846.926	0,0061	0,0043
10	- 84.434.862.917	12,66	10,25	0,0017	- 84.295.411.932	0,0061	0,0043
11	- 82.873.685.223	12,06	9,75	0,0017	- 82.736.812.648	0,0056	0,0039
12	- 68.955.324.662	11,16	9,75	0,0017	- 68.841.439.382	0,0049	0,0039
13	- 57.258.562.113	11,16	9,50	0,0017	- 57.163.994.980	0,0049	0,0037
14	- 87.123.293.463	11,16	9,38	0,0039	- 86.782.240.090	0,0049	0,0036
15	- 57.425.014.709	11,16	9,50	0,0039	- 57.200.218.398	0,0049	0,0037
16	- 48.850.416.252	11,16	9,50	0,0039	- 48.659.186.117	0,0049	0,0037
17	- 60.410.360.045	11,16	9,50	0,0039	- 60.173.877.283	0,0049	0,0037
18	- 60.741.200.397	10,91	9,50	0,0039	- 60.503.422.526	0,0048	0,0037
19	- 24.105.459.740	10,16	9,50	0,0038	- 24.013.021.488	0,0042	0,0037
20	- 38.144.117.058	10,16	9,50	0,0038	- 37.997.844.159	0,0042	0,0037
21	- 45.142.716.051	10,16	9,25	0,0038	- 44.969.605.321	0,0042	0,0035
22	- 31.626.189.735	10,16	9,25	0,0038	- 31.504.911.414	0,0042	0,0035
23	- 39.353.411.076	10,16	9,15	0,0030	- 39.237.255.223	0,0042	0,0034
24	- 36.505.907.227	9,91	9,15	0,0030	- 36.398.156.090	0,0040	0,0034
25	- 38.878.070.672	9,16	9,25	0,0030	- 38.763.317.838	0,0034	0,0035
26	- 54.882.012.195	9,16	9,25	0,0030	- 54.720.021.995	0,0034	0,0035
27	- 49.223.924.718	9,16	9,25	0,0020	- 49.126.543.514	0,0034	0,0035
28	- 78.046.934.223	9,16	9,25	0,0020	- 77.892.531.574	0,0034	0,0035
29	- 33.655.439.785	9,16	9,38	0,0020	- 33.588.858.193	0,0034	0,0036
30	- 19.934.043.463	8,96	9,25	0,0020	- 19.894.607.332	0,0033	0,0035
31	- 66.506.453.757	8,65	9,25	0,0020	- 66.374.881.994	0,0030	0,0035
32	- 54.440.374.334	8,65	9,25	0,0012	- 54.372.787.305	0,0030	0,0035
33	- 55.285.868.041	8,65	9,25	0,0012	- 55.217.231.343	0,0030	0,0035
34	- 55.087.246.334	8,65	9,25	0,0012	- 55.018.856.222	0,0030	0,0035
35	- 44.747.983.582	8,65	9,25	0,0012	- 44.692.429.533	0,0030	0,0035
36	- 65.325.657.665	8,65	9,25	0,0020	- 65.196.421.908	0,0030	0,0035
37	- 44.029.766.448	8,65	9,25	0,0020	- 43.942.661.007	0,0030	0,0035
38	- 27.101.725.480	8,65	9,25	0,0020	- 27.048.109.304	0,0030	0,0035
39	1.097.337.642	8,65	9,50	0,0020	1.095.166.745	0,0030	0,0037
40	19.031.864.555	8,65	9,75	0,0023	18.988.016.796	0,0030	0,0039
41	38.232.943.610	8,65	10,25	0,0023	38.144.858.237	0,0030	0,0043
42	64.029.228.177	8,65	10,50	0,0023	63.881.710.409	0,0030	0,0044
43	70.919.355.239	8,65	10,50	0,0023	70.755.963.219	0,0030	0,0044
44	46.797.656.275	8,65	10,50	0,0023	46.689.838.550	0,0030	0,0044
45	59.692.056.047	8,65	10,50	0,0034	59.491.843.307	0,0030	0,0044
46	76.109.232.963	8,65	10,50	0,0034	75.853.955.475	0,0030	0,0044
47	87.804.461.448	8,65	10,50	0,0034	87.509.957.070	0,0030	0,0044
48	94.142.766.503	8,65	10,50	0,0034	93.827.002.857	0,0030	0,0044
49	124.817.421.505	8,65	10,63	0,0030	124.438.944.185	0,0030	0,0045
50	116.726.049.612	8,65	10,63	0,0030	116.372.107.334	0,0030	0,0045
51	139.899.682.641	8,65	10,75	0,0030	139.475.472.171	0,0030	0,0046
52	123.441.455.575	8,65	10,75	0,0030	123.067.150.524	0,0030	0,0046

Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional e Relatórios Focus do Bacen

Tabela 10 – Quantificação do hiato de valor do Ibovespa e respectivas taxas de juros em 2010 (em R$)

Valores nominais				Valores Reais			
Semanas	HV do Ibovespa (em R$)	Selic atual (% a.a.)	Selic esperada (% a.a.)	IPCA (% a.m.)	HV do Ibovespa (em R$)	Selic atual (% a.m.)	Selic esperada (% a.m.)
1	37.847.230.394	8,65	11,00	0,0060	37.618.447.043	0,0009	0,0027
2	30.740.817.629	8,65	11,00	0,0060	30.554.991.950	0,0009	0,0027
3	14.797.461.732	8,65	11,00	0,0060	14.708.012.310	0,0009	0,0027
4	- 11.897.327.633	8,65	11,00	0,0060	- 11.825.409.280	0,0009	0,0027
5	- 15.441.813.987	8,65	11,00	0,0063	- 15.344.861.296	0,0009	0,0027
6	25.626.191.687	8,65	11,25	0,0063	25.465.295.548	0,0009	0,0029
7	29.203.138.432	8,65	11,00	0,0063	29.019.784.141	0,0009	0,0027
8	45.456.135.773	8,65	11,25	0,0063	45.170.735.710	0,0009	0,0029
9	62.540.227.080	8,65	11,23	0,0042	62.275.471.787	0,0009	0,0029
10	52.835.810.538	8,65	11,00	0,0042	52.612.137.533	0,0009	0,0027
11	54.582.208.023	8,65	11,10	0,0042	54.351.141.889	0,0009	0,0028
12	43.330.124.280	8,65	11,00	0,0042	43.146.692.267	0,0009	0,0027
13	42.842.820.991	8,65	11,00	0,0042	42.661.451.908	0,0009	0,0027
14	76.258.283.314	8,65	11,25	0,0046	75.905.188.881	0,0009	0,0029
15	61.825.320.863	8,65	11,25	0,0046	61.539.054.563	0,0009	0,0029
16	52.457.006.684	8,65	11,25	0,0046	52.214.117.961	0,0009	0,0029
17	33.498.237.071	8,94	11,25	0,0046	33.343.132.071	0,0011	0,0029
18	19.580.207.375	9,40	11,50	0,0035	19.511.390.941	0,0015	0,0031
19	17.588.980.446	9,40	11,50	0,0035	17.527.162.362	0,0015	0,0031
20	- 21.918.025.109	9,40	11,50	0,0035	- 21.840.992.200	0,0015	0,0031
21	- 28.451.709.230	9,40	11,50	0,0035	- 28.351.713.089	0,0015	0,0031
22	- 6.321.333.468	9,40	11,50	0,0000	- 6.321.333.468	0,0015	0,0031
23	14.372.037.150	9,70	11,75	0,0000	14.372.037.150	0,0017	0,0033
24	25.943.526.160	10,15	11,75	0,0000	25.943.526.160	0,0020	0,0033
25	23.646.079.537	10,15	11,75	0,0000	23.646.079.537	0,0020	0,0033
26	- 3.076.202.510	10,16	11,75	0,0000	- 3.076.202.510	0,0021	0,0033
27	3.935.115.454	10,16	11,75	0,0001	3.934.787.678	0,0021	0,0033
28	5.235.453.919	10,16	11,75	0,0001	5.235.017.831	0,0021	0,0033
29	33.895.683.442	10,36	11,75	0,0001	33.892.860.097	0,0022	0,0033
30	52.127.498.094	10,66	11,75	0,0001	52.123.156.127	0,0024	0,0033
31	56.404.699.904	10,66	11,63	0,0003	56.385.932.727	0,0024	0,0032
32	28.546.391.283	10,66	11,50	0,0003	28.536.893.223	0,0024	0,0031
33	24.468.845.024	10,66	11,50	0,0003	24.460.703.661	0,0024	0,0031
34	1.691.586.317	10,66	11,50	0,0003	1.691.023.486	0,0024	0,0031
35	11.554.674.681	10,66	11,50	0,0037	11.512.213.471	0,0024	0,0031
36	40.156.608.345	10,66	11,75	0,0037	40.009.040.522	0,0024	0,0033
37	38.334.770.770	10,66	11,75	0,0037	38.193.897.850	0,0024	0,0033
38	40.656.452.824	10,66	11,75	0,0037	40.507.048.168	0,0024	0,0033
39	34.068.242.561	10,66	11,75	0,0060	33.862.302.876	0,0024	0,0033
40	31.361.088.661	10,66	11,75	0,0060	31.171.513.495	0,0024	0,0033
41	36.772.015.554	10,66	11,75	0,0060	36.549.731.787	0,0024	0,0033
42	26.516.853.542	10,66	11,75	0,0060	26.356.561.374	0,0024	0,0033
43	30.737.521.744	10,66	11,75	0,0060	30.551.715.989	0,0024	0,0033
44	47.236.760.295	10,66	11,75	0,0067	46.921.846.881	0,0024	0,0033
45	63.110.547.099	10,66	12,00	0,0067	62.689.807.876	0,0024	0,0034
46	48.129.025.186	10,66	12,00	0,0067	47.808.163.308	0,0024	0,0034
47	55.242.974.807	10,66	12,25	0,0067	54.874.686.346	0,0024	0,0036
48	54.715.102.527	10,66	12,25	0,0051	54.435.823.583	0,0024	0,0036
49	55.859.532.301	10,66	12,25	0,0051	55.574.411.914	0,0024	0,0036
50	57.363.264.063	10,66	12,25	0,0051	57.070.468.270	0,0024	0,0036
51	31.028.969.695	10,66	12,25	0,0051	30.870.590.427	0,0024	0,0036
52	36.430.433.741	10,66	12,25	0,0051	36.244.484.111	0,0024	0,0036

Fonte: Cálculos do autor a partir do modelo de simulação computacional e Relatórios Focus do Bacen