

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA**  
**SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU* EM ECONOMIA**

**ANA CRISTINA CRUZ DE FARIA**

**ECONOMIA COMPORTAMENTAL E *PUZZLES* DO MERCADO DE AÇÕES: UMA  
ABORDAGEM BASEADA EM AGENTES**

**PONTA GROSSA**  
**2019**

**ANA CRISTINA CRUZ DE FARIA**

**ECONOMIA COMPORTAMENTAL E *PUZZLES* DO MERCADO DE AÇÕES: UMA  
ABORDAGEM BASEADA EM AGENTES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* – Mestrado em Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Hermes Yukio Higachi

**PONTA GROSSA  
2019**

F224 Faria, Ana Cristina Cruz de  
Economia comportamental e puzzles do mercado de  
ações: uma abordagem baseada em agentes/Ana  
Cristina Cruz de Faria. Ponta Grossa, 2019.  
202 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Economia - Área de  
Concentração - Economia), Universidade Estadual de  
Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Hermes Yukio Higachi

1. Abordagem baseada em agentes. 2. Economia  
comportamental. 3. Mercado de ações. 4. Modelagem  
baseada em Agentes. 5. Puzzles de mercado. I.  
Higachi, Hermes Yukio. II. Universidade Estadual  
de Ponta Grossa - Mestrado em Economia. III. T.  
CDD: 332.6

**TERMO DE APROVAÇÃO**

ANA CRISTINA CRUZ DE FARIA

ECONOMIA COMPORTAMENTAL E PUZZLES DO MERCADO DE  
AÇÕES: UMA ABORDAGEM BASEADA EM AGENTES

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Economia, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, 26 de fevereiro de 2019.



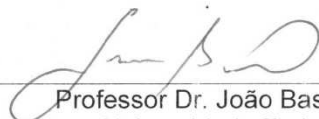
---

Professor Dr. Hermes Yukio Higachi  
Universidade Estadual de Ponta Grossa



---

Professora Dr.ª Adriana Sbicca Fernandes  
Universidade Federal do Paraná



---

Professor Dr. João Basílio Pereima Neto  
Universidade Federal do Paraná

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me guiado e capacitado para que eu chegasse até aqui. Ao meu marido pelo apoio incondicional, ao meu filho por me servir de inspiração, aos meus professores pelos ensinamentos, e a todos meus familiares que, com muito carinho, não mediram esforços para me ajudar e permitir que eu atingisse essa etapa de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, por ter me guiado durante todo o mestrado e colocado pessoas essenciais em minha vida.

Ao meu marido, que acreditou em minha capacidade e nunca me deixou desistir. Por muitas vezes tornou-se pai e mãe de nosso pequeno, tentando suprir minha ausência. Mas, sempre com um sorriso no rosto, me recebeu em nossa casa.

Ao meu filho, que me serviu de inspiração para que eu retornasse à sala de aula. Mesmo pequenininho, entendeu que a mamãe precisava estudar.

À minha família, que sempre me motivou, e entendeu as minhas faltas e momentos de afastamento e reclusão. Em especial, agradeço às orações de minha mãe, e ao amor incondicional de minha sogra e sogro dedicado ao meu filho, tentando suprir a minha ausência em alguns momentos.

Aos amigos que muito estudaram comigo, finais de semana e feriados, Jayne Cecilia e Lucas F. Lima, certamente vocês fazem parte dessa história.

Ao meu amigo Aristeu Mazuroski Junior pelas revisões, que foram precisas e perfeitas.

Ao Felipe Pires por dividir seu conhecimento comigo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hermes Higachi, por todos os momentos de paciência, compreensão e competência. Com certeza, sem você, essa dissertação não existiria.

À minha banca, Prof. Dra. Adriana Sbicca Fernandes e Prof. Dr. João Basílio Pereima Neto, por terem aceito o convite para participarem desse momento, e contribuírem com suas ideias e análises fundamentais para o meu crescimento e desenvolvimento.

Agradeço ainda a todos os professores de Mestrado da Universidade Estadual de Ponta Grossa, por terem dividido o seu conhecimento e pela paciência com nossa turma.

Finalmente, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a conclusão do mestrado.

Muito Obrigada!!!

*Livros não mudam o mundo,  
quem muda o mundo são as pessoas.  
Os livros só mudam as pessoas.*

**Mário Quintana**

## RESUMO

FARIA, Ana Cristina Cruz de. **Economia comportamental e puzzles de mercado de ações: Uma Abordagem Baseada em Agentes**. 2019. 202 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2019.

As Ciências Econômicas se depararam ao longo do século 20 com uma mudança de paradigma na explicação dos movimentos do mercado, motivada principalmente pelas inconsistências explicativas para o comportamento real dos investidores quando comparado com o comportamento normativo esperado. A expectativa de comportamento racional e otimizado dos agentes econômicos foi constantemente questionada, principalmente nas décadas de 80 e 90, ao se observar que os investidores, compradores e vendedores não agiam somente fundamentados em avaliação de perdas e ganhos otimizados, mas também tomavam suas decisões baseados em contexto, cenário, influências externas, heurísticas e emoções. Para descrever e explicar algumas das principais anomalias ou *puzzles* do mercado de ações, esta pesquisa utiliza uma Abordagem Baseada em Agentes, com modelo computacional que verifica a influência de agentes fundamentalistas e grafistas em um mercado artificial composto por agentes fundamentalistas com racionalidade ilimitada e expectativas racionais, e por agentes grafistas que possuem racionalidade limitada e que adotam heurística de ancoragem no processo de julgamento e de decisão sobre a quantidade de ações a serem compradas ou vendidas. Os resultados encontrados apontam para uma significativa influência do viés de comportamento e da heurística incorporados ao modelo, suportando a ocorrência de fatos estilizados – *fat tails* e *clusters* de volatilidade – como consequências do comportamento e processo decisório que não se baseia apenas em racionalidade ou maximização dos ganhos.

**Palavras-chave:** Abordagem Baseada em Agentes. Economia Comportamental. Mercado de Ações. Modelagem Baseada em Agentes. Puzzles de Mercado.

## ABSTRACT

FARIA, Ana Cristina Cruz de. **Economia comportamental e puzzles de mercado de ações: Uma Abordagem Baseada em Agentes**. 2019. 202 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2019.

Economic Sciences came across the 20th century with a paradigm shift in the explanation of market movements, motivated mainly by the explanatory inconsistencies for the real behavior of the investors when compared to the expected normative behavior. The expectation of rational and optimized behavior of economic agents was constantly questioned, especially in the 1980s and 1990s, when observed that investors, buyers and sellers acted not only by valuing optimized losses and gains but also making their decisions based in context, scenery, external influences, heuristics and influenced by emotions. This research uses an Agent-Based Approach to describe and explain some of the main anomalies or puzzles of the stock market, using a computational model that verifies the influence of fundamentalist and technical agents in an artificial market composed of fundamentalist agents with unlimited rationality and rational expectations, and by technical agents that have limited rationality and who adopt anchoring heuristic in the process of judgment and decision on the quantity of shares to be bought or sold. The results point to a significant influence of behavioral bias and heuristics incorporated into the model, supporting the occurrence of stylized facts – fat tails and volatility clusters – as consequences of behavior and decision making that is not based only on rationality or maximization of gains.

**Keywords:** Agent Based Approach. Agent Based Modeling. Behavioral Economics. Market Puzzles. Stock Market.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– ESQUEMA SINTÉTICO DAS TEORIAS RACIONAIS.....	26
FIGURA 2	– <i>FAT TAIL</i> NA DISTRIBUIÇÃO DOS RETORNOS.....	36
FIGURA 3	– <i>CLUSTERS</i> DE VOLATILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DOS RETORNOS.....	36

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	–	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	20
QUADRO 2	–	ANOMALIAS DE MERCADO DE ACORDO COM FAMÁ, CIOFFI E COELHO (2008).....	33
QUADRO 3	–	VIESES QUE EMANAM DAS HEURÍSTICAS.....	44
QUADRO 4	–	VIESES DE ANÁLISE DA TEORIA DO PROSPECTO.....	46
QUADRO 5	–	EXEMPLO DE MÉDIA MÓVEL SIMPLES DE 5 DIAS.....	64
QUADRO 6	–	MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (VO) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 1.....	80
QUADRO 7	–	MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (VO) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 2a.....	86
QUADRO 8	–	MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (VO) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 2b.....	90
QUADRO 9	–	MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (VO) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 3a.....	95
QUADRO 10	–	MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (VO) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 3b.....	99
QUADRO 11	–	SÍNTESE DE RESULTADOS PARA DLNSTOCKPRICE.....	103

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – FUNÇÃO VALOR.....	47
GRÁFICO 2 – TENDÊNCIA DE ALTA.....	61
GRÁFICO 3 – TENDÊNCIA DE BAIXA.....	61
GRÁFICO 4 – LINHAS DE SUPORTE E RESISTÊNCIA.....	62
GRÁFICO 5 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	80
GRÁFICO 6 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DIVIDENDOS – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	81
GRÁFICO 7 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	82
GRÁFICO 8 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	82
GRÁFICO 9 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	83
GRÁFICO 10 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a.....	86
GRÁFICO 11 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a.....	87
GRÁFICO 12 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a.....	88
GRÁFICO 13 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a.....	88
GRÁFICO 14 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b.....	90
GRÁFICO 15 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b.....	91

GRÁFICO 16 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b.....	92
GRÁFICO 17 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b.....	92
GRÁFICO 18 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a.....	95
GRÁFICO 19 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a.....	96
GRÁFICO 20 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a.....	96
GRÁFICO 21 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a.....	97
GRÁFICO 22 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b.....	98
GRÁFICO 23 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b.....	100
GRÁFICO 24 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b.....	100
GRÁFICO 25 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b.....	101
GRÁFICO 26 – NÍVEL DE CONFIANÇA MÉDIO E TAXA DE RETORNO – GRAFISTAS COM VIÉS DE ATRIBUIÇÃO NO CENÁRIO 3b.....	102
GRÁFICO 27 – NÍVEL DE CONFIANÇA MÉDIO E PREÇO DE AÇÕES – GRAFISTAS COM VIÉS DE ATRIBUIÇÃO NO CENÁRIO 3b.....	102

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ATRIBUIÇÃO DE VALORES AOS PARÂMETROS GERAIS.....	78
TABELA 2 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	79
TABELA 3 – TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	79
TABELA 4 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1.....	81
TABELA 5 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a.....	85
TABELA 6 – TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a.....	85
TABELA 7 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a.....	87
TABELA 8 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b.....	89
TABELA 9 – TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b.....	89
TABELA 10– ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b.....	91
TABELA 11– ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a.....	94
TABELA 12– TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a.....	94
TABELA 13– ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a.....	95
TABELA 14– ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b.....	97

TABELA 15– TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b.....	98
TABELA 16– ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b.....	99

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1	OBJETIVO GERAL.....	18
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.3	MOTIVAÇÃO E ESCOPO DA PESQUISA.....	19
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	19
<b>2</b>	<b>LIMITAÇÕES DA HIPÓTESE DE MERCADOS EFICIENTES.....</b>	<b>21</b>
2.1	A TEORIA DA UTILIDADE ESPERADA.....	21
2.2	PRESSUPOSTOS DA HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES (HME)...	28
2.3	AS EVIDÊNCIAS DOS FATOS ESTILIZADOS E DAS ANOMALIAS ( <i>PUZZLES</i> ) NO MERCADO DE CAPITAIS.....	31
2.3.1	Anomalias ou <i>Puzzles</i> .....	31
2.3.2	Fatos estilizados.....	34
2.4	RACIONALIDADE LIMITADA DE HERBERT SIMON.....	37
<b>3</b>	<b>FINANÇAS COMPORTAMENTAIS.....</b>	<b>40</b>
3.1	DOIS SISTEMAS.....	40
3.2	HEURÍSTICAS E VIESES COMPORTAMENTAIS.....	41
3.3	TEORIA DO PROSPECTO OU DA PERSPECTIVA.....	45
3.4	A TEORIA DOS PROSPECTOS, CÁLCULOS MENTAIS E EFEITO <i>MOMENTUM</i> .....	48
<b>4</b>	<b>FINANÇAS COMPORTAMENTAIS APLICADAS AO ESTUDO DE <i>PUZZLES</i> DO MERCADO DE CAPITAIS: UMA ABORDAGEM DE <i>AGENT BASED MODELING</i>.....</b>	<b>51</b>
4.1	O USO DE ABM NA AVALIAÇÃO DA HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES.....	51
4.2	OPÇÕES E VARIÁVEIS NO MODELO UTILIZADO.....	53
<b>5</b>	<b>MODELOS DE AVALIAÇÃO: FUNDAMENTALISTA E TÉCNICA.....</b>	<b>55</b>
5.1	ANÁLISE FUNDAMENTALISTA.....	55
5.2	ANÁLISE TÉCNICA (AT).....	56
5.2.1	Confiança e viés de autoatribuição.....	59
5.2.2	Indicadores de AT: Máximos e Mínimos.....	60
5.2.3	Indicadores de AT: Média Móvel Simples (MMS).....	63
5.2.4	Indicadores de AT: Média Móvel Exponencial (MME).....	65

5.3	ESTRUTURA DO MODELO.....	66
5.4	FUNCIONAMENTO DO MODELO.....	68
5.5	ESTRATÉGIA DOS AGENTES FUNDAMENTALISTAS VERSUS GRAFISTAS.....	74
5.5.1	Formação de expectativas dos agentes fundamentalistas.....	75
5.5.2	Formação de expectativas dos agentes grafistas.....	76
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>78</b>
6.1	CENÁRIO 1.....	79
6.2	CENÁRIO 2.....	84
6.2.1	Cenário 2 Situação a.....	84
6.2.2	Cenário 2 Situação b.....	89
6.3	CENÁRIO 3.....	93
6.3.1	Cenário 3 Situação a.....	93
6.3.2	Cenário 3 Situação b.....	97
6.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS.....	103
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>105</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>107</b>
	<b>APÊNDICE 1.....</b>	<b>118</b>

## INTRODUÇÃO

A área de Economia e Finanças é normalmente conceituada como lugar de racionalidade, e as ciências econômicas – por serem exatas, baseadas em números e cálculos – costumam ser vistas pelos leigos e observadores externos como guias para as melhores e mais eficientes decisões quando o tema é investimentos, compras, vendas ou aplicações financeiras.

Esta impressão foi gerada e mantida por muito tempo graças a algumas teorias clássicas da Economia, tendo destaque a Hipótese dos Mercados Eficientes. Proposta por Fama (1970), esta hipótese define um mercado como eficiente quando este reflete imediatamente no preço dos ativos todas as informações disponíveis aos compradores e vendedores, o que impossibilitaria vantagens individuais por períodos extensos ou ganhos anormais. A posse de informações, portanto, não traria vantagem aos investidores, já que o mercado incorpora rapidamente todos os dados disponíveis, que constituem o preço apresentado momento a momento. Mesmo quando o preço passa a se afastar do valor fundamental, operações de arbitragem promoveriam o retorno ao valor esperado. Assim, os mercados eficientes foram continuamente estudados, com pesquisas nas décadas de 70 e 80 que comprovaram largamente a correção deste modelo.

As teorias tradicionais também tratam as decisões dos agentes que realizam operações financeiras como se estes fossem totalmente racionais, assumindo que os investidores são portadores de informações completas sobre todas as alternativas possíveis de desfecho para uma compra ou venda, chegando assim a uma utilidade máxima no seu processo de decisão. (BETTMAN; JOHNSON; PAYNE, 1991). Esta visão racionalista parte de uma série de axiomas, como o da invariância, indicando que não importa a forma de apresentação de uma escolha, mas que somente os resultados e suas probabilidades associadas seriam suficientes e necessários na determinação de uma opção mais razoável e otimizada. Mas estas suposições passaram a ser questionadas, principalmente quando se observa o comportamento real dos agentes e seu processo decisório. (KAHNEMAN; TVERSKY, 1986).

Ainda na década 50, Simon (1955) introduz o conceito de racionalidade limitada, argumentando que os indivíduos apresentam limitação na capacidade de processamento simultâneo de informações; decorrente deste fato, os tomadores de decisão tentam fazer o melhor que podem dadas as limitações a que estão sujeitos e com conhecimento incompleto sobre as consequências das ações. Em seu comportamento resultante, escolhem ações que procuram satisfazer condições, e não necessariamente aquelas ações visando ao resultado

otimizado. A racionalidade limitada, enquanto conceito teórico, converge com o comportamento real de escolha observado nos indivíduos. Como consequência do descompasso entre as teorias racionalistas e conceitos teóricos como a racionalidade limitada, surge então a área de Finanças Comportamentais, que busca explicar as divergências observadas em relação às previsões e conceitos das teorias tradicionais e clássicas em finanças.

Uma série de observações empíricas – os fatos estilizados – apontam para eventos estatísticos que tendem a se repetir ao longo de vários períodos de tempo, e para diferentes mercados, locais, ativos, etc. Por exemplo, a observação da distribuição dos retornos de ativos em uma configuração *fat tail* tem sido constatada repetidamente desde que foi iniciada com Mandelbrot (1960; 1963). O pesquisador também foi o primeiro a reconhecer um padrão no qual as mudanças de retornos (com vetor positivo ou negativo) tendem a acontecer de forma agrupada, com grandes mudanças sendo seguidas por grandes mudanças, e pequenas mudanças sendo seguidas por pequenas mudanças. Este fenômeno foi nomeado como “clusters de volatilidade” e, junto com os retornos em *fat tail*, é um dos fatos estilizados que não são satisfatoriamente explicados pela hipótese dos mercados eficientes. (CHAKRABORTI et al., 2011).

A Economia Comportamental parte das premissas de racionalidade, mas passa a incorporar também outros princípios econômicos, psicológicos e sociológicos para explicar fenômenos divergentes ou externos a um arcabouço teórico estritamente baseado em comportamento racional. Neste novo campo assume-se, por exemplo, que as preferências dos indivíduos não são estáveis e podem ser influenciadas pelo contexto ou cenário de decisão, e que as opções individuais partem de regras ou simples comportamentos aprendidos – as heurísticas – que podem levar a erros sistemáticos na aplicação generalizada do comportamento – os vieses de heurística. (KAHNEMAN; TVERSKY, 1986). Em especial, os trabalhos de Daniel Kahneman e Amos Tversky incorporam a racionalidade limitada em suas pesquisas, gerando um mapeamento da aplicação deste conceito e trazendo novos indicadores sobre o comportamento humano como as heurísticas de julgamento e o efeito *framing*; em conjunto com a Teoria dos Prospectos, novos elementos passam a ser considerados nos estudos sobre tomada de decisão pelos agentes econômicos. (KAHNEMAN, 2003).

O efeito *framing* se refere à existência de falhas na percepção humana, sendo que o enquadre ou formulação – o *framing* – dos problemas podem afetar as preferências e os julgamentos cognitivos no momento da decisão; considerado este fato, fica descomprovado o axioma da invariância, que não poderia ser generalizado. Já a Teoria dos Prospectos investiga

o comportamento real dos indivíduos em comparação com o modelo normativo, mostrando que, de uma forma geral, as pessoas evitam assumir riscos em cenário de ganhos, mas que fazem escolhas mais arriscadas quando o cenário envolve perdas. De acordo com os autores, isto contraria a premissa racional de que os indivíduos evitam o risco em qualquer situação. Finalmente, as heurísticas de julgamento se combinariam com os limites à arbitragem, o que geraria desvios sistemáticos, significativos e persistentes entre preços dos ativos e valores fundamentais estimados. Os *puzzles* de mercado se referem a estas situações divergentes da norma, ligadas a dissonâncias cognitivas individuais ou coletivas com as quais, em alguns casos, seria possível prever o comportamento dos preços dos ativos, o que refutaria a hipótese de eficiência dos mercados financeiros. (KAHNEMAN; TVERSKY, 1974; 1979).

Considerando os conceitos colocados, parece existir um espaço para a investigação acadêmica a respeito dos *puzzles* de mercado, sua relação com a Hipótese de Mercados Eficientes e comparação com modelos de atuação real dos agentes econômicos. A pesquisa se justifica pela necessidade ainda persistente de verificação do alcance das teorias econômicas clássicas, que se aplicariam a cenários limitados, e à comprovação dos conceitos das Finanças Comportamentais, que se aplicam aos cenários divergentes, mas que parecem corresponder de forma mais abrangente ao comportamento real do investidor no mercado.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal desta pesquisa é descrever e explicar algumas das principais anomalias ou *puzzles* do mercado de ações do ponto de vista da Hipótese de Mercados Eficientes. Para atingir tal objetivo será utilizada a Abordagem Baseada em Agentes, com simulações realizadas em mercado de ações artificial composto por: 1) agentes fundamentalistas com racionalidade ilimitada e expectativas racionais, e por 2) agentes grafistas que possuem racionalidade limitada e que adotam heurísticas de ancoragem no processo de julgamento e de decisão sobre a quantidade de ações a serem compradas ou vendidas.

Destaca-se, como elemento diferencial desta investigação, que os agentes grafistas são modelados com características específicas: 1) utilizam a heurística de ancoragem em seus julgamentos e decisões de compra ou venda; 2) utilizam preços e volumes passados como dados na decisão; 3) desconsideram o valor dos dividendos para avaliar os resultados obtidos e 4) utilizam os indicadores de mínimas e máximas, e médias móveis simples e exponenciais na formação de expectativas de preços.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão da literatura teórica e empírica sobre os principais fatos estilizados que a Hipótese de Mercados Eficientes não consegue explicar;
- Testar e validar o uso da Modelagem Baseada em Agentes (MBA) como modelo de alcance de fatos estilizados;
- Desenvolver uma Modelagem Baseada em Agentes composta de agentes fundamentalistas com expectativas racionais e agentes técnicos ou grafistas que usam a heurística da ancoragem para o processo de julgamento, formação de expectativas e de decisão da quantidade de ações a serem compradas ou vendidas;
- Verificar o efeito de agentes heterogêneos que adotam a heurística da ancoragem sobre a dinâmica de preços, taxa de retorno e volume de negociações (operações de compra e venda de ações); e
- Analisar os efeitos do viés de atribuição ou excesso de confiança de agentes técnicos ou grafistas sobre a dinâmica de preços, taxa de retorno e volume de negociação.

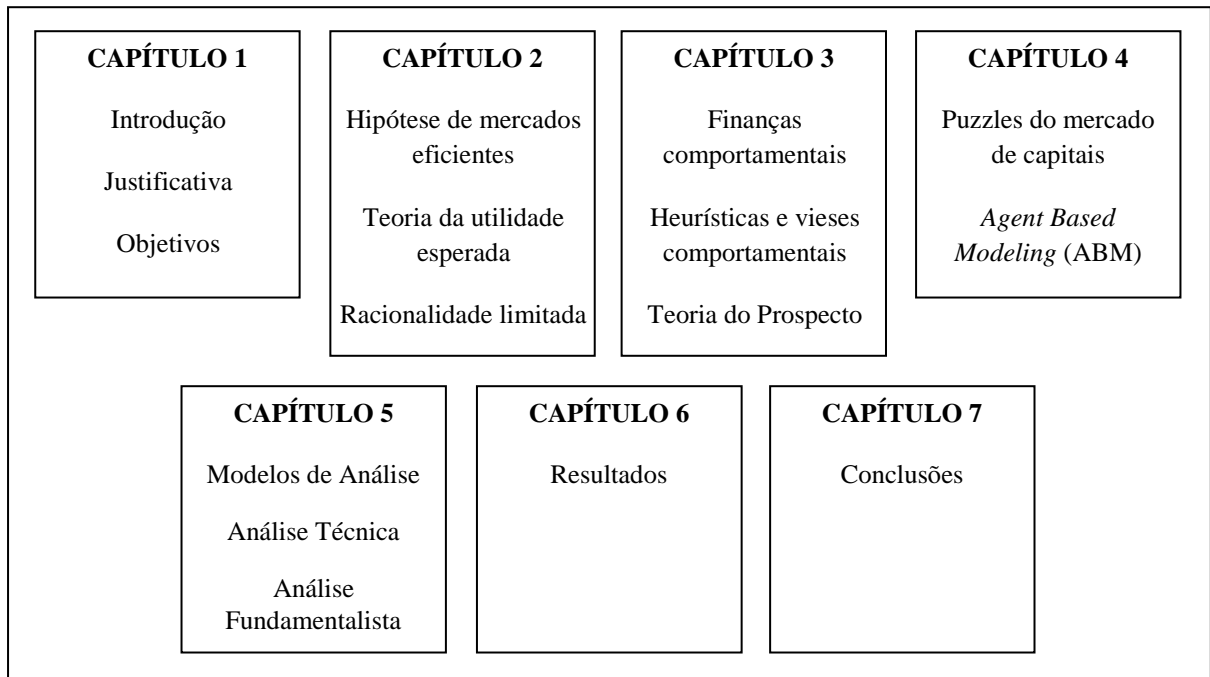
## 1.3 MOTIVAÇÃO E ESCOPO DA PESQUISA

Esta pesquisa busca avaliar o impacto da heurística de ancoragem na interação entre agentes fundamentalistas e grafistas do mercado acionário em uma economia computacional, considerando as médias de preço de curto e longo prazo para compra ou venda de ações.

## 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O Quadro 1 ilustra os Capítulos desta dissertação, bem como seu principais tópicos.

QUADRO 1 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO



## 2 LIMITAÇÕES DA HIPÓTESE DE MERCADOS EFICIENTES

Quando os investidores do mercado são racionais, o mercado é eficiente por definição; quando alguns não são racionais, muitas ou todas as suas negociações são feitas entre si, anulando-se o possível efeito sobre o nível de preços, sem necessidade de uma compensação dada através de operações com arbitradores racionais. Adicionalmente, essa compensação existe e trabalha para trazer os preços ao seu nível fundamental. Por fim, a busca de ganhos por parte dos arbitradores faz com que esse ajuste de preços ocorra de forma relativamente rápida. (RABELO JR; IKEDA, 2004).

Kahneman (2003) dirá que não existe uma fundamentação concreta para supor que mesmo os agentes racionais tomem suas decisões de forma a incorporar todos os detalhes relevantes de uma situação, e que a mesma dificuldade se aplica à previsão de todas as oportunidades e riscos possíveis. Portanto, as decisões, de uma forma geral, são tomadas em um contexto de incerteza e sem acesso a todas as informações necessárias para a decisão mais eficiente e racional. Mesmo que todas as informações estivessem disponíveis, deve-se considerar que os próprios agentes possuem limitações na capacidade de processamento, decorrentes das restrições do aparelho mental na seleção de estímulos e *inputs* do meio.

Assim, o comportamento real de escolha é baseado em uma racionalidade limitada, baseada em busca de alternativas, conhecimento incompleto sobre as condições presentes e também sobre as consequências de suas ações; portanto, a busca do agente é pelo cumprimento de metas e objetivos em meio às restrições observadas. Tais características no processo decisório levam a resultados que nem sempre são otimizados ou maximizados, indicando que os indivíduos buscam soluções que são apenas “boas o bastante” ou suficientes para satisfação de certas condições, mas não necessariamente se configuram como os melhores resultados possíveis dentro do espectro de soluções. (SCHREINER, 2013).

### 2.1 A TEORIA DA UTILIDADE ESPERADA

Blaise Pascal (1623-1662) e Pierre Fermat (1601-1665) foram dois dos mais destacados estudiosos a discorrer sobre o comportamento humano de escolha diante de alternativas incertas. Por exemplo: qual é a razão que leva alguém a pagar 45 unidades monetárias por um bilhete de loteria que possui a probabilidade de 50% de ganhar 100 unidades monetárias? Não seria melhor evitar a compra e permanecer com o valor de 45 unidades monetárias? Pascal respondeu da seguinte maneira: basta multiplicar a probabilidade

de ganhar pelo montante que se espera adquirir pela ação ou comportamento do indivíduo. Assim, o indivíduo escolherá a alternativa cujo valor esperado (ou média) for maior. (DONÁRIO, 2016).

Este conceito poderia ser usado para qualquer decisão – não somente as alternativas com moeda – sendo aplicável mesmo no concernente à existência ou não de Deus, hipótese que ficou conhecida como *O Jogo*. Pascal propõe que o comportamento racional do indivíduo seria baseado em uma média ou valor esperado, que interferiria inclusive nas “certezas” que guiam o comportamento individual. Assim, por exemplo, quanto à certeza/incerteza da existência de Deus, Pascal afirma que o indivíduo escolherá ou não crer em Deus baseado no valor esperado do ganho eterno ou condenação eterna, dando início ao *Jogo* com os benefícios e perdas esperadas, bem como as probabilidades provenientes dos ganhos e perdas que são  $\frac{1}{2}$  para cada resultado observado. (DONÁRIO, 2016).

O valor esperado de uma variável aleatória ( $G$ ) corresponde exatamente à média ponderada pelas probabilidades de cada resultado possível de todos os valores possíveis, conforme representado pela fórmula:

$$EG = \sum_{i=1}^n p_i v_i = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n \quad (1)$$

Onde:

o valor esperado da variável  $G$  é denotado por  $EG$ .

Para  $p_i$  denota-se a probabilidade de cada valor  $x_i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, n$ .

A distribuição das probabilidades deve apresentar probabilidade entre 0 e 1.

A soma das probabilidades deve ser igual ao  $\sum_0^1 p_i = 1$ .

Pascal demonstra que a aposta na existência de Deus é baseada em racionalidade, afirmando que a decisão do indivíduo deve ser baseada na comparação entre os valores esperados, o que ficou conhecido como o *Princípio da Expectância Matemática*. O conceito recebeu a consideração de outros matemáticos contemporâneos de Pascal, e assumiu o papel de principal método de análise de decisões no final do século XVII. Apesar de sua praticidade, as limitações do Princípio não demoraram muito tempo para surgir, e inúmeras evidências de problemas surgiram.

Daniel Bernoulli (1700-1782) foi o principal crítico que se mostrou insatisfeito com a proposta comportamental de Pascal, e apontou que “homens prudentes” não obedecem necessariamente e universalmente ao Princípio da Expectância Matemática: caso seja válido este princípio, porque existiriam os seguros? Bernoulli (1954) estruturou, então, o *Paradoxo de São Petersburgo*, apresentado da seguinte forma: suponha que uma moeda seja lançada para cima repetidas vezes até que apareça “cara”. Dessa forma, o jogo paga  $2^{n-1}$  dólares caso a primeira cara surja na  $n$ ésima vez que for lançada. Para participar deste jogo, qual o preço que o indivíduo pagaria? O indivíduo estaria disposto a pagar o valor da esperança matemática, no máximo, conforme o Princípio da Expectância Matemática. O valor da esperança matemática pode ser representado pela seguinte equação (CUSINATO, 2003):

(2)

$$E(L) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n * 2^{n-1}$$

O Paradoxo de São Petersburgo e a solução proposta por Bernoulli se tornaram conhecidos como o marco inicial da *Teoria da Utilidade Esperada*, na qual se afirma que o valor que o indivíduo atribui a sua riqueza não tem origem em seu valor monetário intrínseco, mas sim no “valor moral” ou utilidade do bem. Ele também postulou o que ficou conhecido como *Lei da Utilidade Marginal Decrescente*, indicando que, à medida que a riqueza aumenta, a utilidade marginal decresce em decorrência do aumento da riqueza. (CUSINATO, 2003).

O cálculo da utilidade esperada é similar ao cálculo do valor esperado, mas com a utilidade servindo de peso. Portanto, a utilidade esperada de uma loteria pode ser dada pela seguinte expressão:

(3)

$$U(L) = \sum_{i=1}^n p_i U(x_i)$$

Com esta proposição, Bernoulli aplica uma métrica a eventos ou comportamentos que anteriormente não eram mensuráveis, definindo as motivações das pessoas que fazem opções. As probabilidades sozinhas não são mais suficientes para determinar o valor de algo, já que, ainda que as condições iniciais sejam iguais para todos optantes, o contexto de opção é

diferente. A definição da utilidade passa por intuição e subjetividade, baseando-se nas circunstâncias específicas de quem faz a estimativa, e modificando, portanto, a utilidade para cada indivíduo. (BERNSTEIN, 1997).

Alguns autores como Von Neumann e Morgenstern (1953) também contribuíram para o desenvolvimento da Teoria Da Utilidade Esperada em um trabalho que desenvolveram juntos, a partir do qual surgiu um conjunto de pressupostos sobre as preferências individuais nos processos de escolha. De acordo com os autores, nas relações entre as preferências individuais devem ser obedecidos alguns axiomas, dentre os quais se destacam os da *completude*, *transitividade* e *continuidade*. Como axioma indireto, destaca-se o da *independência*. Estes axiomas serão integrados ao detalhamento de axiomas mais abrangentes, que serão colocados adiante no texto.

A aceitação de tais axiomas estrutura a função de utilidade individual, demonstrando que os agentes tomam decisões que tendem a maximizar a utilidade subjetiva esperada. Além de ser uma teoria normativa, ela se assenta na premissa do *homo economicus*, supondo um agente racional e que busca autopreservação, buscando atingir seus objetivos de maneira otimizada. (DONÁRIO, 2016). Von Neumann e Morgenstern mostraram que a utilidade esperada tende à maximização, portanto o comportamento de escolha deve estar restrito por algumas condições de satisfação da utilidade, refletidas em axiomas para o comportamento econômico esperado. Com a comprovação da plausibilidade dos axiomas estaria comprovada também a hipótese da utilidade esperada, em um modelo que poderia ser aplicado para modelar e prever o comportamento dos tomadores de decisão. Se os axiomas são observados e cumpridos pelo agente, então abre-se a possibilidade de desenhar uma função utilidade esperada representando as preferências de escolha do agente. (CUSINATO, 2003).

A Teoria dos Jogos de Von Neumann e Morgenstern (1953) representa os estudos inaugurais de outras teorias racionais de decisão sob risco, como a Teoria de Alocação de Portfólio de Markowitz (1952; 1959), e o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) de Sharpe (1964). As aplicações de tais teorias, bem como seus modelos, apresentam diferenças significativas, mas todas se apoiam sobre a ideia de que os agentes tomam decisões de forma racional e estatística, estimando e distribuindo probabilidades dos eventos a partir dos ganhos esperados, e maximizando o saldo de suas escolhas em consonância com a teoria da utilidade esperada.

Os modelos e teorias que compõem a Utilidade Esperada podem ser sintetizados em quatro pressuposições básicas – ou princípios – para o comportamento de decisão: 1)

*cancelamento*; 2) *transitividade*; 3) *dominância*; e 4) *invariância*. (BERGER; PESSALI, 2010). Estes serão detalhados nos próximos parágrafos.

O *cancelamento* pode ser definido através do comportamento: se um jogador prefere A em relação a B, não pode preferir B em relação a A, desde que todas as condições e cenários de decisão permaneçam constantes. O cancelamento pode ser visualizado em decisões como:

[...] suponha que se planeje uma festa. O plano A consistiria em jogar futebol em caso de tempo bom e preparar o buffet em recinto fechado em caso de chuva. O plano B seria usar a piscina em caso de tempo bom e preparar o buffet em recinto fechado em caso de chuva. Se chover, ambos os planos propõem a mesma coisa. Portanto, sob o axioma do cancelamento a escolha entre estes dois planos deveria depender somente do que eles acarretam no caso de tempo bom, ou seja, se vai preferir futebol ou natação. De uma maneira formal, este axioma afirma que se preferimos o resultado A em detrimento de B, então devemos preferir um prospecto (loteria) que proporciona A com probabilidade  $p$  e C com probabilidade  $1-p$  a um prospecto (loteria) que proporciona B com probabilidade  $p$  e C com probabilidade  $1-p$ , para qualquer C e qualquer  $p > 0$ . (MINETO, 2005).

O cancelamento define o comportamento que elimina do processo decisório diferentes eventos que proveriam os mesmos resultados, de forma independente da escolha que é realizada.

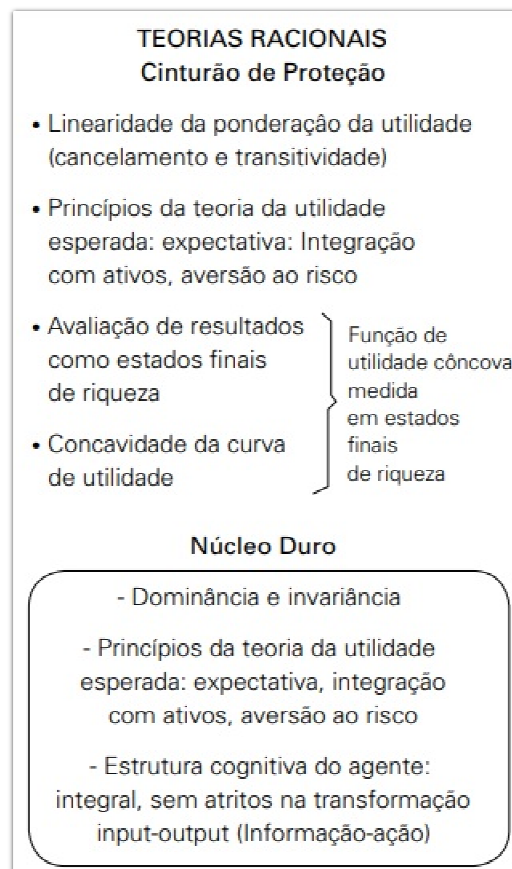
A *transitividade* é o princípio que possibilita representar a preferência por diferentes opções em uma escala ordinal de utilidade, que é seguida de forma independente da apresentação das opções: se A é preferível a B e B é preferível a C, então C nunca será preferível à A. Esta suposição vale para escolhas sob condições de risco e para aquelas sem risco. (MINETO, 2005).

Para o princípio da *dominância* considera-se que “se uma alternativa A de decisão é preferível às demais alternativas em pelo menos uma dimensão de avaliação e não é menos preferível nas outras dimensões, então A é a alternativa dominante e deve ser escolhida.”(MINETO, 2005, p. 35). Ou seja, se uma opção determinada é melhor que outras opções para um dos resultados visualizados, e pelo menos igual em todas as outras possibilidades de resultados, será escolhida a primeira opção – a dominante.

Finalmente, a condição de *invariância* se mostra quando a preferência entre uma escolha ou outra não depende da forma de apresentação das mesmas escolhas. Embora possam existir diferentes representações do mesmo problema de escolha, a decisão final resultará na mesma escolha, independentemente do formato e descrição das opções. O agente deve visualizar as opções como equivalentes, gerando a mesma tendência de decisão e produzindo o mesmo resultado final. (COSTA, 1996).

A Teoria da Utilidade Esperada consistiu em modelo dominante durante a segunda metade do século XX para muitos modelos econômicos que buscavam gerar previsões em situações e cenários de incerteza, e o modelo passou por muitas adições de outros autores, que tinham o objetivo de potencializar sua aplicação e que ajudaram a difundir o modelo na literatura de Economia. (CUSINATO, 2003). Partindo-se dos pressupostos das teorias racionais, pode-se observar a emergência de um quadro sintético que ilustra tais conceitos, como mostrado na Figura 1.

FIGURA 1 – ESQUEMA SINTÉTICO DAS TEORIAS RACIONAIS



FONTE: BERGER e PESSALI (2010, p. 350).

Deve-se observar que os princípios que regem o agente racional são vistos atualmente com muitas reservas quando ao poder de explicação do comportamento econômico, algo que será explorado em seção posterior deste trabalho:

Neste mesmo sentido, os críticos da análise racionalista, baseiam-se em relativizações de mesma monta: em muitas circunstâncias, despontam contradições entre previsão e fato que parecem não ser adequáveis a quaisquer torceduras do modelo, o que favorece a perspectiva de que modelos racionalistas são aplicáveis em algumas circunstâncias, mas não em todas. (DIAS, 2010, p. 394).

Os princípios racionalistas não foram totalmente revogados, pois exercem ainda poder explicativo sob circunstâncias bem definidas de opção e comportamento decisório. Mas para muitos pesquisadores da área existem evidências empíricas que depõem contra o modelo racionalista, defendendo que ele não se ajusta aos fatos observados nas decisões em cenários reais. (STARMER, 2000). O objetivo final da explicação do comportamento decisório do agente foi constatado como de difícil delimitação a um conjunto de axiomas de previsibilidade:

Paralelamente, definir de antemão contingências mínimas capazes de circunscrever uma decisão é uma tarefa impossível. E, tal como nos revela o condenado à morte que decide pela injeção letal em relação à cadeira elétrica, tampouco é clarividente se a força de uma decisão está em seu efeito sobre o sujeito ou nas transformações que produz no mundo exterior. Mais amplamente: a perspectiva de ter que tomar uma decisão nos remete à de um investimento intencional de consistência incerta, apresentando-se já em sua faceta mais elementar, como um problema bidimensional: o que/por que se decide e até que ponto se decide. (DIAS, 2010, p. 392).

Mas, assim como exposto por Dias (2010), deve-se notar que Von Neumann foi um dos pioneiros da computação em meados do século XX, fato que se projeta sobre o seu modelo do comportamento de decisão. Ele trabalha com um comportamento de decisão que parte de racionalidade, coerência e transposição algorítmica previsível. Mas, ao mesmo tempo, também considera que esta racionalidade pressupõe diferenças individuais no estabelecimento do valor absoluto dos objetos de desejo, que sofreria pouca ou nenhuma influência de agentes externos. Desta forma, os princípios racionalistas ainda são considerados como explicativos para cenários com relativa previsibilidade – principalmente no que tange à aversão ao risco e expectativas dos agentes – e com certas condições restritivas para as possíveis escolhas.

Note-se porém que na explicação ampla da decisão sob incerteza são, atualmente, adotados modelos mais modernos como a própria Teoria da Perspectiva – que desenvolve descrições do processo decisório com base em experimentos, diferenciando-se das teorias normativas e axiomáticas tradicionais – que será apresentada adiante neste trabalho. São modelos mais recentes que tentam detectar, contestar e superar as deficiências das teorias racionais, e abrem espaço na prática dos economistas ao lidar com diversos comportamentos não explicados pelas teorias racionais. (BERGER; PESSALI, 2010).

## 2.2 PRESSUPOSTOS DA HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES (HME)

O conceito de eficiência de mercado e sua compreensão são fundamentais para as finanças; a teoria de mercado eficiente é caracterizada por Fama (1970) em sua forma clássica como um mercado cujos preços refletirão as informações disponíveis e, em seu comportamento, estes seguirão o que o autor define como *random walk*, ou “passeio aleatório”, no qual não há possibilidade dos agentes criarem mecanismos para obtenção de lucros anormais em períodos de tempo predeterminados; ou seja, se o comportamento dos preços dos ativos é determinado por um caminho aleatório, como consequência, as variações são imprevisíveis. Portanto, os preços representarão fielmente o valor dos ativos, com mudanças independentes e lineares, e correlação igual a zero. (FORTI; PEIXOTO; SANTIAGO, 2009).

Baseado nesse pressuposto – onde a informação é pública – o preço dos ativos se ajusta rapidamente a cada nova informação, variando aleatoriamente de acordo com a chegada das informações e impossibilitando vantagens para os investidores, uma vez que estas informações chegam igualmente para todos os agentes. (GIACHERO; CARVALHO; RIBEIRO, 2007)

Os preços reagem imediatamente às informações, pois não existe um lapso de tempo de desinformação para que algum investidor possa ter vantagem sobre o outro. Há uma suposição de um total conhecimento dos fatos por parte dos investidores, e também de uma aceitação geral a respeito do valor presente de cada ativo. Logo, os preços dos ativos incorporam todas as informações de maneira imediata, ajustando os níveis correspondentes dos valores presentes nos fluxos de caixa. (GIACHERO; CARVALHO; RIBEIRO, 2007)

Com base nas teorias da Hipótese dos Mercados Eficientes, parte-se do pressuposto de que os investidores são racionais e decidem sobre seus investimentos pensando no aumento dos lucros. Não há possibilidade de prever um preço futuro de um ativo a partir de um preço passado, já que os preços são formados por mero acaso, não havendo assim um conhecimento por parte dos investidores para considerarem então um novo preço do ativo.

Fama (1970) define e argumenta o mercado eficiente como sendo um mercado no qual existe uma grande variedade de maximizadores racionais que competem ativamente, tentando de alguma forma prever o futuro de cada título, levando em conta a individualidade e refletindo os efeitos das informações, objetos que tornarão o dito mercado eficiente. Segundo o autor, este fato é verificado a partir de três condições suficientes, porém não necessárias: 1) a não existência de custos para as transações com ações; 2) todas as informações são

disponibilizadas sem custo adicional para os participantes do mercado; e 3) todos concordam que as informações correntes geram consequências nos preços atuais e nas distribuições dos preços futuros. (MUSSA; ROGERS; SECURATO, 2009).

A teoria é baseada em um tripé argumentativo: 1) os investidores são racionais e, por consequência, avaliam e precificam os ativos também de forma racional; 2) não existem apenas investidores racionais, mas aqueles denominados de “não racionais” têm participação aleatória e não produzem efeitos nesse tipo de mercado, com suas ações cancelando-se mutuamente com o decorrer do tempo; e 3) além do mútuo cancelamento, os investidores não racionais também se apresentam em número reduzido se comparados aos investidores racionais, portanto com influência mínima no mercado. (RABELO JR; IKEDA, 2004).

Em relação aos tipos de eficiência, Fama (1970) afirmou que – para ter uma rápida resposta à consequência das informações correntes e ao ajuste dos preços dos ativos – no mercado negociado, a teoria é dividida em subgrupos, definidos pela velocidade com a qual afetam os preços dos ativos. A incorporação de cada um desses tipos de informação vai implicar diretamente em três tipos de eficiência: eficiência fraca, semiforte e forte. Estes conceitos serão explorados nos próximos parágrafos.

A eficiência fraca traz a informação de que um mercado reflete de forma eficiente todas as informações públicas disponíveis, tornando o retorno independente, ou seja, o retorno esperado do título é função de seu risco, e retornos passados não prevêm retornos futuros.

A eficiência semiforte incorpora a hipótese fraca e especifica que as novas informações são absorvidas pelo mercado de forma instantânea, pois quanto mais rápido acontecer o ajuste de preços em consequência de um acontecimento de determinado evento mais eficiente é o mercado, já que não há a tendência de obter lucros anormais pela exploração de tal informação; ou seja, os investidores não conseguem resultados acima do mercado com informações conhecidas. A diferença entre essas duas formas de eficiência, é que a semiforte – além de exigir a eficiência do mercado – exige que a informação seja publicamente disponível para então estar refletida no preço, enquanto a fraca torna-se ineficiente diante desse tipo de mercado.

A eficiência forte, além de incorporar todas as outras hipóteses, sustenta a ideia de que os preços dos ativos refletem de forma instantânea todo o tipo de informação além da pública; ou seja, aquelas que não são amplamente disponíveis, as informações privadas, também influenciarão o mercado. Dessa forma, nenhum investidor conseguirá retornos acima do mercado mesmo que obtivesse uma nova informação, tornando-se assim, a mais restritiva das hipóteses, ficando improvável, portanto, qualquer obtenção de lucros extraordinários.

Qualquer informação pertencente a uma ação, desde que conhecida pelo menos por um investidor, fará parte inteiramente do preço dessa ação. Até mesmo um *insider*, ao saber de algum fato relevante sobre uma empresa, não conseguirá ter uma fonte de lucro sobre a mesma, já que o mercado perceberia sua intenção e o preço da ação em questão seria ajustado à nova informação.

Como decorrência destes pressupostos, o preço de mercado de uma ação ou título corresponderá ao “preço correto” (o denominado preço teórico) tendo o nível de risco como principal determinante. Assim, no *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) desenvolvido por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Black, Jensen e Scholes (1972), o risco é definido pelas oscilações dos retornos esperados de um ativo, ou o quanto ele varia em torno de uma norma. Esta volatilidade é determinada pela comparação com algum padrão – normalmente um investimento usualmente “sem risco”, como um título do tesouro – sendo que o risco será considerado como a probabilidade de desvio sobre o retorno esperado. Cabe salientar que o risco característico de um título é apresentado na literatura como  $\beta$ . (LIMA, 2003).

Pelo modelo CAPM, uma maneira de reduzir o risco incorrido pelo investidor seria reduzi-lo no preço de uma ação específica. Essa diversificação, no entanto, não permite a eliminação total do risco de uma ação – que decorre da volatilidade do mercado acionário como um todo. A este tipo de risco não assegurável é que se identifica como  $\beta$ . Portanto, uma ação com  $\beta = 0$  não terá risco; uma ação com  $\beta = 1,0$  tende a se mover em linha geral com o mercado, e uma ação com  $\beta = 1,5$  tende a se mover 1,5% para cima ou para baixo, para cada variação de 1,0% no mercado. Decorre desta definição que a taxa de retorno de um investimento será composta pela remuneração de uma aplicação sem risco adicionada de seu  $\beta$  e, quanto maior o  $\beta$ , maior será o retorno requerido. (LIMA, 2003).

Em sua formulação mais moderna, os teóricos dos mercados eficientes afirmam que a tendência dos preços é identificada com um *random walk*, dando destaque à imprevisibilidade dos preços já que sua variação média – sua oscilação em termos de um valor fundamental – não sugere um padrão diferente de variações puramente aleatórias. Assim, se a informação já está capitalizada no preço de uma ação, conhecê-la não significa que o investimento será feito com mais qualidade. (LIMA, 2003).

Para cada tipo de classe de risco, existe uma loteria com uma distribuição aleatória anormal:

[...] na qual os indivíduos apostam em investimentos individuais com chances iguais de ganhar, porém, onde apresentarão diferentes retornos *ex post*, ou seja, em qualquer loteria, existe um valor médio esperado para qualquer dólar investido, mas

também, com ganhadores e perdedores. Além disso, os grandes vencedores não terão como contrapartida grandes perdedores. (FAMA, 1970, p.151).

Duas décadas depois de seu artigo de 1970, Eugene Fama apresentou uma nova avaliação da HME definida “pela simples afirmação de que ela implica em uma situação em que os preços dos títulos revelam inteiramente todas as informações disponíveis” (1991, p. 1575). O teste da forma fraca é agora denominado de teste da previsibilidade dos retornos. O teste da forma semiforte tem seu título mudado para estudo de eventos e, por fim, os testes da forma forte que se tornam testes de informações privadas, numa tentativa de descrever melhor assim a metodologia de cada teste. Tendo como base as principais pesquisas empíricas desenvolvidas neste período, Fama reconhece que:

[...] os novos trabalhos concluem que os retornos podem ser previstos a partir de retornos passados dos dividendos e de variáveis monetárias, com diferentes estruturas temporais. Os novos testes rejeitam a antiga visão dos retornos constantes, implícita na visão dos mercados eficientes, que pareciam funcionar adequadamente, nos trabalhos iniciais” (ibid., p. 1577)

Nesta revisão dos conceitos fundamentais, Fama deixa de lado a antiga visão de formas fracas, semifortes e fortes da HME, colocando seu foco apenas no problema da previsibilidade dos retornos. São considerados como variáveis somente os retornos por antecipação, e os testes de previsibilidade passam a considerar variáveis como rentabilidade dos dividendos e taxas de juros; também são incluídos testes de preços de ativos e de anomalias, considerando que a eficiência e preços de equilíbrio são inseparáveis.

## 2.3 AS EVIDÊNCIAS DOS FATOS ESTILIZADOS E DAS ANOMALIAS (*PUZZLES*) NO MERCADO DE CAPITAIS

### 2.3.1 Anomalias ou *Puzzles*

As anomalias consistem em observações a respeito dos padrões de comportamento de retornos de ativos que não se enquadram nas teorias de eficiência de mercado, e considera-se que são causadas pelo comportamento conjunto de agentes com consequências no mercado, mas que não estão incluídos ou previstos na HME. Por este motivo, as anomalias são alvo de estudo importante nas pesquisas, já que colocam em dúvida os pressupostos da HME e abririam espaço para novas estratégias de ganhos:

Poucos foram os assuntos de Finanças que capturaram de forma tão intensa a atenção de diversos estudiosos durante tanto tempo. A eventual descoberta da existência de um meio sistemático de comprar ou vender ativos com valores presentes não nulos implicaria na possibilidade de obtenção de lucros anormais. Por maiores que fossem os esforços devotados, os *'tesouros de Salomão'* recompensariam, com folgas, todo o trabalho efetuado.

A impossibilidade de obter ganhos anormais levou vários estudiosos a trocarem os lucros potenciais de eventuais estratégias ou regras pelos lauréis acadêmicos. Se alguém conseguiu descobrir esse caminho, o guardou para si. (BRUNI; FAMÁ, 1998, p. 19).

Para a HME o mercado seria considerado eficiente porque incorpora e reflete rapidamente no preço dos ativos toda informação amplamente disponível o que evitaria os ganhos anormais ou fora da curva, portanto, o simples fato de ter informações sobre este mercado não alteraria o retorno previsto. Mas, com o desenvolvimento da computação e sua aplicação aos mercados de capitais na década de 80, grandes volumes de dados puderam ser analisados, e trouxeram à tona a existência de comportamentos anormais nos retornos dos papéis aos investidores. (MUSSA et al., 2008).

Entretanto, as anomalias ainda não estão definitivamente colocadas como novas regras ou estratégias de operação, ou como simplesmente exceções que confirmariam as regras da HME; o que pode ser afirmado é que o mercado de capitais brasileiro apresenta anomalias e eficiências, mas que não tornam possível *a priori* a rejeição das Finanças Modernas. Existe ainda continuidade no processo de estudo mas talvez não seja possível estabelecer um modelo único que explique todas as anomalias, que careceria de uma visão transdisciplinar envolvendo outras ciências além da Economia. (FAMÁ; CIOFFI; COELHO, 2008). As principais anomalias de mercado são identificadas no Quadro 2.

QUADRO 2 – ANOMALIAS DE MERCADO DE ACORDO COM FAMÁ, CIOFFI E COELHO (2008)

<b>Tipo de Anomalia</b>	<b>Anomalia</b>	<b>Definição</b>
<b>Anomalias de Calendário: relacionadas à sazonalidade persistente nos preços das ações</b>	Efeito dia da semana	Os retornos diários de ativos de risco são diferentes ao longo dos dias da semana. A maioria dos estudos detectou retorno menor nos primeiros dias e maior nos últimos.
	Efeito janeiro ou mês do ano	Os retornos em janeiro são, em média, maiores que os retornos nos outros meses do ano.
	Efeito Mudança de Mês	Afeta os retornos no final do mês, geralmente superiores aos retornos do início do mês.
<b>Anomalias Fundamentais: relacionadas ao valor da ação</b>	Ações de Valor ( <i>Value</i> ) e Crescimento ( <i>Growth</i> )	Efeito tamanho, no qual o retorno de ações de empresas <i>Value</i> (índice <i>book to market</i> – B/M – maior) é maior que o de empresas <i>Growth</i> (índice B/M – menor).
	Efeito tamanho	O retorno de ações de empresas pequenas é maior que o de empresas grandes. Em alguns estudos este efeito é relacionado com o efeito janeiro.
	Efeito sobre-reação	Trata-se da reação exagerada às boas e más notícias nos mercados acionários. Os investidores não são totalmente racionais no processo decisório, dando mais importância às informações recentes.
	Efeito momento	A estratégia de venda de ativos com mau desempenho passado e compra dos que tiveram um bom desempenho leva a retornos anormais positivos durante meses subsequentes.
<b>Anomalias Técnicas: relacionadas às previsões futuras, baseiam-se no comportamento passado</b>	Efeito Anúncio	Mudanças de preço tendem a persistir após o anúncio inicial de novas informações. Ações com surpresas positivas tendem a subir vagarosamente os preços, e surpresas negativas causam movimentos lentos para baixo.
	Efeito Dividendos	Implica um retorno superior no preço das ações que têm maior <i>dividend yield</i> do que no preço das que têm menor <i>dividend yield</i> .
	Arbitragem	Arbitragem é a compra de um ativo num mercado a um preço mais baixo e venda simultânea em outro mercado a um preço mais elevado. Pode envolver operações em mercados diferentes, com riscos inferiores aos da especulação.
	Estratégias técnicas	Regras (matemáticas/estatísticas ou gráficas) que, aplicadas a uma série histórica de retornos, pressupõem previsão do seu comportamento futuro. Utilizadas para testar a forma fraca de eficiência de mercado.
	Barreira de Preço	Oscila, de acordo com analistas gráficos, dentro de um suporte de alta e um de baixa, conhecido como resistência, que é representada por um número inteiro do índice ou da cotação.

FONTE: FAMÁ, CIOFFI E COELHO (2008, p. 68)

Além daquelas ilustradas no quadro acima, pode-se identificar outras anomalias que se voltam para os sentimentos peculiares de cada investidor, retomando o questionamento sobre se sentimentos e emoções afetam os preços das ações. Em pesquisas como as de Stambaugh, Yu e Yuan (2012) o sentimento do investidor foi utilizado em análises e regressões, sendo que foi substituído sistematicamente por outros fatores nas regressões. Entre 200 milhões de regressões simuladas o sentimento do investidor foi o fator mais forte na sustentação das anomalias. A pesquisa de Henriques (2015) revisa e apresenta alguns estudos de anomalias baseadas em sentimentos que podem ser levadas em consideração nas análises de mercado, que são detalhados a seguir.

Em um estudo efetuado em 15 países europeus e EUA, entre 1995 e 2009, foi verificado que o sentimento dos investidores influencia positivamente a probabilidade de ocorrência de crises no mercado de capitais no prazo de um ano, mas o impacto do sentimento é mais forte naqueles países que possuem um grau maior de coletivismo. (ZOUAOUI; NOUYRIGAT; BEER, 2011). Além disso, na análise de um período de 50 anos (1968 – 2008), foi verificado que ações de alto beta e de alta volatilidade apresentam resultados piores do que ações com baixo beta e de baixa volatilidade, o que contraria a previsão de CAPM e também a relação entre risco e retorno. (BAKER; BRADLEY; WURGLER, 2011)

A aversão ao risco dos investidores aumenta nos meses de frio, o que pode ser causado pelo aumento dos níveis de depressão no outono e pelo incômodo térmico, verificando-se sazonalidade na diminuição dos preços das ações e aumento dos rendimentos. Inversamente, na primavera aumentam os preços das ações, o que se atribui ao comportamento dos investidores por maiores retornos de risco. (KAMSTRA; KRAMER; LEVI, 2003). Também relacionado à sazonalidade, outro estudo concluiu que existe menor aversão ao risco nos meses de inverno, mas que a temperatura mais baixa levaria ao comportamento agressivo, resultando em aumento de risco. Portanto, a temperatura mais baixa estaria relacionada com retorno aumentado dos ativos. (CAO; WEI, 2005). Ainda, o aquecimento global pode ser considerado como fator de predição nos retornos das ações, sendo que um estudo concluiu que os aumentos da temperatura global têm impacto negativo sobre o crescimento econômico naqueles países mais próximos da Linha do Equador. (BANSAL; OCHOA, 2012).

Dada a quantidade de anomalias e divergências encontradas na explicação do movimento do mercado, e mesmo sem descartar por este motivo totalmente a HME, é importante levar em consideração que os agentes não tomam decisões com fundamentação única em racionalidade e maximização dos resultados, sendo que muitos fatores interferentes podem ter efeito sobre a decisão de compra ou venda e, portanto, sobre a precificação.

### 2.3.2 Fatos estilizados

Assim como as anomalias, os fatos estilizados também apresentam evidências da limitação explicativa de um suposto mercado eficiente, embora se diferenciem em certos quesitos das primeiras. Abad e Khalifa (2015) se reportam ao trabalho original de Nicholas Kaldor (1961) para recuperar a noção fundamental do que seria um fato estilizado e, embora não realizem uma aproximação de uma definição única para o termo (dado o amplo espectro

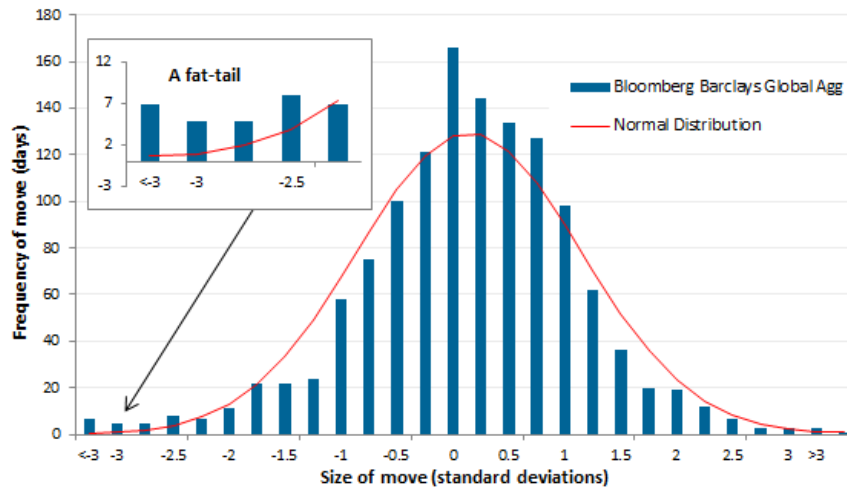
deuso do conceito nas ciências econômicas), os pesquisadores sugerem restrições metodológicas que definiriam a delimitação de um fenômeno como “estilizado” ou não.

De acordo com os autores, um fenômeno é um evento do mundo social ou natural que apresenta características que se repetem e que são detectáveis através de diferentes procedimentos. Um fato *não* estilizado, portanto, seria aquele que apresenta regularidades empíricas que são observadas e aceitas de forma ampla na comunidade científica, com confirmações do fenômeno – e possivelmente de suas explicações – através de diferentes bases de dados e modelos explicativos. O fato não estilizado, em termos metodológicos, apresenta a possibilidade de inferência a partir de dados confiáveis, que podem ser extrapolados por descrições ou tratamentos estatísticos.

Já o fato estilizado apresentaria uma impossibilidade fundamental de inferência através de dados confiáveis, porque ele é caracterizado justamente pelas suas restrições de acesso aos dados (*data constraints*). Os dados de um fato estilizado, portanto, se referem a contextos limitados, com dados incompletos ou até mesmo não confiáveis, aos quais a análise estatística não se aplica com o objetivo de gerar explicações amplas e generalizáveis para fenômenos. Entretanto isso não tira o caráter de plausibilidade das conclusões que o fato estilizado propõe. A plausibilidade, neste caso, se aplica porque a delimitação e proposição do fato estilizado traz benefícios metodológicos a um modelo teórico, que pode surgir na forma de questionamentos ao modelo, apontamento de novos caminhos de investigação ou até mesmo ampliação dos conceitos já existentes na teoria, o que confirma a utilidade e benefício da estilização de um fato. Os autores ainda apontam que o fato estilizado possui um cerne de *transitoriedade*, ou seja, cabe aos cientistas a tarefa de transpor as restrições de acesso aos dados, para que um fato estilizado possa se tornar não estilizado com o decorrer do tempo. (ABAD; KHALIFA, 2015).

Para Chakraborti et al. (2011), os fatos estilizados são caracterizados como fatos observados empiricamente que surgem de forma persistente e repetitiva na análise de diferentes períodos, lugares, mercados, ativos, entre outros. Os autores destacam como o fato estilizado mais representativo a observação da divergência esperada em relação à curva Gaussiana para o retorno dos ativos em um dado período de tempo, sendo que a curva efetiva apresenta um formato do tipo *fat tail* (cauda gorda) como observado na Figura 2.

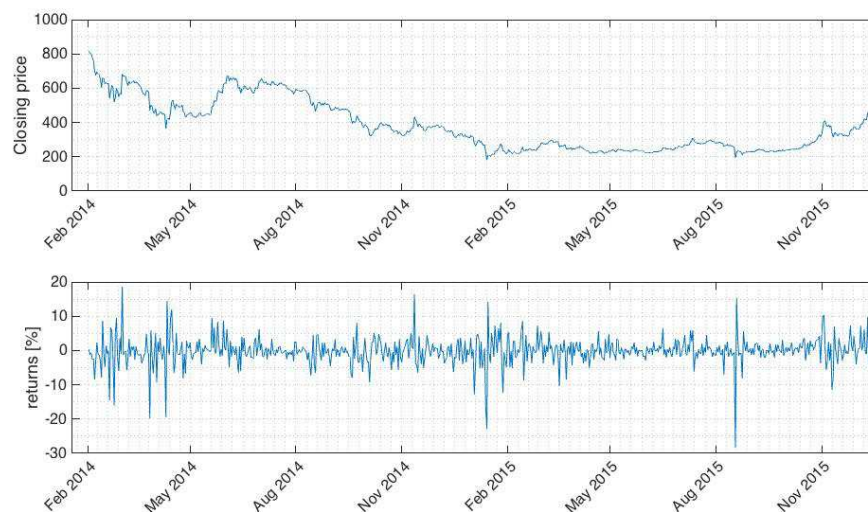
FIGURA 2 – FAT TAIL NA DISTRIBUIÇÃO DOS RETORNOS



FONTE: [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com) (25 out. 2016)

A HME não apresenta uma explicação satisfatória para esse fenômeno, e o mesmo apresenta uma relação de ocorrência conjunta com outras hipóteses ou modelos que não necessariamente concordam com as evidências estatísticas disponíveis, diferenciando-se notadamente da *random walk* esperada em um mercado eficiente. Outro fato observado em diferentes contextos e mercados são os *clusters* de volatilidade, que apontam diferentes distribuições na flutuação dos preços de um ativo, ou seja, como definido por Mandelbrot (1963), as mudanças de larga escala tendem a ser seguidas por outras mudanças de larga escala, enquanto as mudanças de pequena escala tendem a ser seguidas por mudanças de pequena escala, como exemplificado na Figura 3.

FIGURA 3 – CLUSTERS DE VOLATILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DOS RETORNOS



FONTE: <https://mmquant.net/introduction-to-volatility-models-with-matlab-garch/> (14 jan. 2019)

Os valores não tendem a se corrigir o mais rápido possível para um “retorno à média”, mas apresentam uma lentidão em sua correção, passando por outros períodos semelhantes de mudanças antes de retornar ao valor esperado, e que não precisam necessariamente seguir o mesmo sinal positivo ou negativo.

As anomalias citadas para o mercado brasileiro na seção anterior deste trabalho também se juntam aos fatos estilizados, observados em nível mundial e que se repetem no mercado nacional. De acordo com Martins e Crepaldi (2011), a análise da Bolsa de Valores de São Paulo demonstra que podem ser observados de forma consistente os mesmos agrupamentos de volatilidade e intermitência no comportamento do retorno que foram ecoados internacionalmente pelas crises do México, da Ásia e do subprime americano há uma década. Também se observou no IBOVESPA as caudas gordas e caudas gordas condicionais com alta curtose. Finalmente, os pesquisadores indicam que existe similaridade no processo de alavancagem entre o comportamento médio das 7 maiores bolsas do mundo e a bolsa de São Paulo.

#### 2.4 RACIONALIDADE LIMITADA DE HERBERT SIMON

Herbert A. Simon introduz o conceito de racionalidade limitada na década de 50, com o argumento principal de que os tomadores de decisão apresentam uma série de limitações no processamento de informações, e que cada indivíduo faz suas opções com o melhor manejo possível da informação e contexto – e não apenas com base em racionalidade pura – dadas as restrições citadas. Simon elabora em seu modelo uma alternativa ao argumento tradicional – baseado nos axiomas racionais e pressupostos e regras de inferência que levam a proposições normativas abstratas – e mostra como o uso exclusivo da lógica pode ser frágil para definir com fidedignidade o comportamento complexo dos agentes na situação real. (SIMON, 1955).

O comportamento real de escolha observado nos indivíduos é consistente com a hipótese de Simon, sendo que o optante raramente toma ações otimizadas: em geral ele age de acordo com um conhecimento incompleto a respeito das consequências de suas ações, procurando as alternativas que lhe pareçam mais satisfatórias. O argumento de Simon pode ser sintetizado como:

O argumento de racionalidade limitada, proposto por Simon, foi construído a partir da premissa de dinâmica do sistema econômico, em que não apenas as ações dos agentes econômicos mudam ao longo do tempo, mas também o próprio ambiente em

que atuam. Dessa forma, a capacidade de predição dos eventos futuros torna-se impossível, em virtude da incerteza sobre as condições futuras do ambiente. Além da incerteza quanto à probabilidade de ocorrência de eventos futuros, o argumento de racionalidade limitada assume também que os agentes não possuem capacidade de obter e processar todas as informações relevantes para a tomada de decisão, tendo em vista a complexidade do sistema em que estão inseridos. Portanto, racionalidade limitada não está apenas relacionada à incerteza estrutural, pois mesmo considerando uma situação hipotética de perfeita informação, a limitação dos agentes para processar este conjunto de informações inviabiliza a busca de resultados maximizadores. (MELO; FUCIDJI, 2016, p. 623).

Segundo Simon, a ligação entre a racionalidade e o comportamento é feita através dos conceitos de “escolha” e “decisão”. Uma escolha é uma seleção de uma, dentre várias escolhas alternativas comportamentais possíveis, para ser conduzida adiante. Todo e qualquer comportamento envolve uma seleção deste tipo, consciente ou inconsciente. Pode-se dizer que uma decisão é um critério empregado na decisão e é justificado na teoria baseado na premissa de que os agentes detêm a intenção de racionalidade. De outra maneira, os agentes valorizam a racionalidade como um critério de escolha. A racionalidade é compreendida como um princípio explicativo. (BARROS, 2010).

A racionalidade também pode ser entendida como uma relação de adequação (eficácia) entre fins já pré-determinados e meios para alcançá-los. Segundo Simon, o conceito destes fins é uma questão de valor, que se afasta do campo da ciência, já a adequação entre meios e fins é uma questão de fato. A análise factual desta adequação engloba basicamente três “passos”: 1) a listagem de todos os comportamentos alternativos possíveis; 2) a determinação de todas as consequências que ocorrerão, no futuro, à adoção de cada uma das opções ou sob a maneira de distribuição de probabilidades; e 3) a comparação das opções, que devem ser analisadas pelos conjuntos de consequências que ocorrem a cada uma delas, conforme os fins pré-determinados (utilidade, lucro ou outra função *pay-off* definida) (BARROS, 2010).

Simon ainda destacou a diferença entre o comportamento efetivo e teórico, e assumiu o modelo da racionalidade plena. Este ponto é de extrema importância, pois a não apreciação deste fato produz alguns mal-entendidos muito correntes no que diz respeito à história do conceito de racionalidade limitada. A racionalidade plena exige conhecimento e antecipação totais sobre os efeitos futuros que ocorrerão a cada alternativa, porém tal comportamento é sempre bastante fragmentário. A valoração dos efeitos tem que ser “prevista” também, e tal previsão dependerá entre outras coisas, de imaginação. No modelo de Simon, as definições de busca e de satisfação estão bastante associadas: a premissa de satisfazimento abre espaço para

processos de busca ao longo do processo de tomada de decisão e, conseqüentemente, de escolha. (BARROS, 2010).

A racionalidade substantiva é assumida no processo de raciocínio, constituindo uma incerteza estrutural que será definida como a incerteza sobre a probabilidade da ocorrência de fenômenos para o agente, e a incerteza produzida como efeito da interação entre agentes torna a abordagem de Simon muito adequada para a avaliação de sistemas complexos. O argumento de racionalidade limitada foi construído baseado na hipótese de dinâmica do sistema econômico, no qual não somente as ações dos agentes econômicos mudam no decorrer do tempo, mas também o próprio espaço onde atuam muda constantemente. Assim, a capacidade de prever os eventos que ocorrerão no futuro torna-se impossível, por conta da incerteza sobre as condições futuras do cenário. Portanto, os custos na ocorrência da transação não são autossuficientes, pois não consideram todos os eventos responsáveis pelas mudanças ocorridas. Além da incerteza no que se refere à probabilidade de ocorrência de eventos futuros, a questão da racionalidade limitada parte do pressuposto que os agentes não possuem capacidade de adquirir e processar todas as informações relevantes para a tomada de decisão, visto que o sistema econômico onde estão inseridos é muito complexo. (MELO e FUCIDJI, 2016, PRATES, 2016; PRATES; SANTOS; COSTA JR., 2014).

Logo, a racionalidade limitada não está somente associada à incerteza estrutural, uma vez que mesmo levando em conta uma situação hipotética de informação perfeita, a limitação dos agentes econômicos para processar este conjunto de informações inviabiliza a busca de resultados maximizadores. Segundo Simon, a racionalidade procedimental é aquela que melhor explica a concepção sobre o comportamento racional. A racionalidade limitada e a racionalidade procedimental são empregadas por ele como complementares, no sentido de que a racionalidade limitada faz a parte crítica, e a procedimental a parte assertiva. (MELO e FUCIDJI, 2016; BARROS, 2010).

Sobre as restrições dos agentes, Sbicca (2014) resgata a ideia de Simon a respeito do critério de satisfação (*satisficing*), que seria uma das características mais fortes no processo de decisão em seres humanos. Dentro de tal critério, todo cenário que envolve uma escolha, leva o agente a considerar diferentes alternativas e, portanto, envolve um processo prévio de busca de opções (se estas não lhe são oferecidas prontamente). Mas o agente não procurará todas as alternativas possíveis, até exaurir todos os desfechos prováveis; na prática, o indivíduo procederá a busca apenas até encontrar uma alternativa que satisfaça seu nível de aspiração inicial, ou o desfecho que ele acredita como melhor dentro de seus objetivos.

### 3 FINANÇAS COMPORTAMENTAIS

Assim como a HME, os estudos de Finanças Comportamentais têm seu início a partir dos pressupostos de racionalidade, mas divergem dos estudos clássicos porque consideram que existem limites para o comportamento racional e execução da arbitragem como mecanismos geradores e mantenedores de eficiência. De acordo com Barberis e Thaler (2003) a abordagem de pesquisa se apoia sobre dois componentes principais:

- Existência de limites à arbitragem: argumento que indica que podem existir dificuldades para os investidores racionais desfazerem os desvios causados por investidores menos racionais;
- Delimitação de uma psicologia do investidor: cataloga os tipos de desvios da pura racionalidade passíveis de verificação nos mercados reais. Aborda como os investidores, no mundo real, formam suas crenças e avaliações e, mais genericamente, como formam sua demanda por títulos.

#### 3.1 DOIS SISTEMAS

Por várias décadas, a diferença entre intuição e raciocínio tem sido um tópico de interesse considerável no campo das ciências cognitivas, alimentando as pesquisas sobre como o aparelho mental aplica racionalidade ou não à tomada de decisão. Stanovich e West (2000) reconhecem a existência de dois sistemas distintos, que são nomeados como Sistema 1 e Sistema 2. As operações do Sistema 1 são rápidas, paralelas, automáticas, sem esforço, associativas e difíceis de controlar ou modificar. As operações do Sistema 2 são mais lentas, seriais, deliberadamente controladas, esforçadas, regidas por regras e flexíveis para formas de controle e modificação. (KAHNEMAN, 2003).

Cada sistema possui particularidades, portanto, que trazem diferentes resultados em termos de processos de decisão ou produção de soluções para problemas. Enquanto as operações automáticas do Sistema 1 geram padrões de ideias surpreendentemente complexos, o Sistema 2, mais lento, pode construir pensamentos em séries ordenadas de passos. A aquisição de habilidades seletivas aumenta a acessibilidade de respostas úteis e de formas produtivas para organizar informações. O mestre enxadrista não vê o tabuleiro de jogo da mesma forma que é visto pelo novato, e a habilidade de visualizar a torre que poderá ser construída a partir de uma série de blocos se torna mais rápida e pode resultar em uma torre

mais sofisticada através da prática prolongada de observação e construção. (KAHNEMAN, 2003; 2012)

Também decorrente das diferenças de operação de cada sistema, são observados diferentes comportamentos dos agentes quando o *framing* ou enquadramento do evento é modificado. O efeito *framing* contradiz diretamente o princípio da invariância, pois constata que as decisões dos indivíduos serão diferentes para ganhos e perda em relação direta com a maneira pela qual a escolha é apresentada. O *framing* de escolha arriscada é um dos efeitos mais conhecidos e explorados nas ciências cognitivas, e que se aplica diretamente ao comportamento dos investidores no mercado de ações. Neste efeito específico, observa-se uma tendência dos indivíduos apresentarem aversão ao risco quando os resultados incertos são enquadrados positivamente, mas ocorre a busca de risco quando eles são enquadrados negativamente. O efeito é tão recorrente que se tornou a base da Teoria do Prospecto, que será explicada de forma mais detalhada em seção posterior deste trabalho. (KAHNEMAN; TVERSKY, 1986; PANASIAK; TERRY, 2013).

Ainda sobre o efeito *framing* alguns pesquisadores também apontam que a natural pressão de tempo exercida pelas operações no mercado de ações pode ser determinante para mudança do *framing* e decisões arriscadas. A preferência por uma determinada opção pode depender da ordem dos atributos apresentados e avaliados, ou do tempo gasto prestando atenção a um atributo. A pressão do tempo pode alterar o processo de atenção (por exemplo, alterando o tempo gasto com cada atributo da escolha), o que resultaria em mudanças de comportamento. Em particular, a pressão do tempo pode levar o foco da atenção do indivíduo para a opção de menores ganhos, pelo envolvimento exagerado do sistema 1, intuitivo, no processo decisório. (GUO; TRUEBLOOD; DIEDERICH, 2017).

### 3.2 HEURÍSTICAS E VIESES COMPORTAMENTAIS

As ciências cognitivas das últimas décadas trouxeram importantes *insights* sobre o funcionamento do cérebro e operações mentais que geram os mais variados comportamentos humanos, entre eles, o comportamento econômico. Segundo Daniel Kahneman (2012) os eventos mentais ocorrem de forma automática porque nós detemos recursos e tempo limitados para produzir uma decisão. O cérebro busca uma escolha assertiva quando precisa de uma tomada de decisão, baseando-se em cálculos estatísticos objetivos e centralizados na análise de pequenas amostras; assim, muitas vezes, as decisões são baseadas em certa insuficiência de dados e, logo, pouco se sabe acerca dos processos decisórios efetivamente levados a cabo pelo

aparelho mental. Para os pesquisadores, ainda que se procure aperfeiçoar o processo decisório para a maximização da utilidade ou resultados, isso não ocorre de fato.

Sternberg e Sternberg (2009) fazem uma analogia inferindo que, tal como são filtradas pelo aparelho mental as informações disponíveis no mundo, também são filtrados os diversos processos possíveis na tomada de decisão, sendo esta produzida em meio a uma grande quantidade de informações disponíveis e em um prazo reduzido de tempo. Para Kahneman (2012), o maquinário associativo busca causas, e o fato de as regularidades estatísticas requererem uma abordagem diferente constitui o âmago das dificuldades do ser humano em lidar com elas. Assim, quando se dá preferência ao pensamento causal e, com isso, avaliam-se a aleatoriedade de eventos de fato, são produzidos sérios enganos. Essa possibilidade de erros sistemáticos no processo de tomada decisão é incompatível com o previsto na teoria neoclássica de finanças e economia.

Os humanos, ao simplificarem o processo de decisão na tentativa de tornar a tarefa mais simples e rápida, fazem atalhos mentais para a tomada de decisão, que serão chamados de *heurísticas*. Tversky e Kahneman (1974) descrevem três heurísticas que seriam utilizadas pelo aparelho mental para avaliar probabilidades e realizar previsão valorativa: as heurísticas da *representatividade*, *disponibilidade* e *ancoragem*, que serão detalhadas a seguir.

Na heurística de representatividade, o julgamento ocorre através de estereotipação, referenciada em modelos mentais: a probabilidade de ocorrência de um evento é avaliada através de sua semelhança com outras situações vivenciadas e para as quais foram aplicadas soluções ou cálculos com sucesso anteriormente: “When making a judgment about an individual (or object or event), people tend to look for traits the individual may have that correspond with previously formed stereotypes”(BAZERMAN; MOORE, 2012, p. 18). Para ilustrar essa heurística, Kahneman apresenta o seguinte exemplo:

Imagine um vizinho, chamado Steve, que é muito tímido e retraído, invariavelmente prestativo, mas com pouco interesse nas pessoas ou no mundo real. De índole dócil e organizado, tem necessidade de ordem e estrutura, e uma paixão pelo detalhe. Como as pessoas avaliam a probabilidade de Steve ser fazendeiro, vendedor, bibliotecário, etc? Tversky e Kahneman questionam, ainda, como as pessoas hierarquizam as probabilidades acerca da possível profissão de Steve. De acordo com a heurística da representatividade, a probabilidade de Steve ser um bibliotecário aumenta à medida que esse corresponde ao estereótipo de um. Assim, a pesquisa com problemas nesse formato mostra que é pela probabilidade e similaridade que as pessoas organizam as ocupações. (KAHNEMAN, 2012. p. 525).

Na heurística da disponibilidade são avaliadas as possibilidades de ocorrer um evento por meio da facilidade com a qual podemos nos lembrar de ocorrências do mesmo. Ao

construir uma estratégia gerencial útil nas tomadas de decisões, as circunstâncias de eventos de maior frequência são, em geral, reveladas mais facilmente em nossas mentes do que aquelas de menor frequência. Como exemplo, Tversky e Kahneman (1974) colocam a queda de um avião sendo divulgada pela mídia. Segundo os autores, isso altera temporariamente os sentimentos e avaliação probabilística das pessoas: elas terão mais medo de voar do que viajar de carro, muito embora os riscos de viajar de carro sejam superiores aos das viagens de avião.

Por fim, na heurística de ancoragem avalia-se a possibilidade de um evento ocorrer ao colocar uma âncora de base e, então, ajustá-la. A partir de um valor inicial, realizam-se suas avaliações e ajustes para chegar à decisão final. O ponto de partida da ancoragem pode ser indicado por um precedente histórico, pela forma pela qual um problema é apresentado ou, ainda, por uma informação aleatória. (KAHNEMAN, 2012). Em circunstâncias dúbias, um aspecto aparentemente irrelevante pode produzir um efeito potente sobre o processo decisório, gerando até mesmo decisões diferentes para o mesmo problema, a depender dos valores iniciais. (MACEDO, et. al, 2003). Nesse sentido, o efeito ancoragem é o fenômeno inconsciente de considerar "um valor particular para uma quantidade desconhecida antes de estimar essa quantidade"(KAHNEMAN, 2012, p.152) com cálculos errôneos a partir de premissas anteriores que não se aplicam ao problema atual.

Nessa seara, Tversky e Kahneman apresentam um exemplo, baseado em um experimento com corretores de imóveis que obtiveram taxa de ancoragem próxima a de estudantes universitários de administração, referente à oportunidade de estimar o valor de uma casa que estava de fato no mercado:

Eles visitavam a casa e examinavam um folheto abrangente de informação compreendendo o preço pedido. Metade dos corretores viu um preço de venda que era substancialmente mais elevado do que o preço da casa listado; a outra metade viu um preço pedido substancialmente mais baixo. Todos os corretores deram sua opinião sobre um preço de compra razoável para a casa e o preço mais baixo em que o corretor concordaria em vender a casa se fosse seu dono. Perguntou-se então aos corretores sobre os fatores que haviam afetado seu parecer. Extraordinariamente, o preço pedido não foi um desses fatores; os agentes se orgulhavam de sua capacidade de ignorá-lo. Eles insistiam que o preço de venda não tinha efeito algum em suas respostas, mas estavam enganados: o efeito de ancoragem foi de 41%. Na verdade, os corretores eram quase tão suscetíveis aos efeitos de ancoragem quanto alunos de uma faculdade de administração sem qualquer experiência em negócios imobiliários, cuja ancoragem foi de 48%. A única diferença entre os dois grupos foi de que os estudantes reconheciam ter sido influenciados pela âncora, ao passo que os corretores negaram a influência. (KAHNEMAN, 2012, p. 158).

Existem vieses cognitivos que se originam da confiança em heurísticas de julgamento citadas acima, que são apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3 - VIESES QUE EMANAM DAS HEURÍSTICAS

<b>VIÉS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>VIESES DA HEURÍSTICA DA DISPONIBILIDADE</b>	
FACILIDADE DE LEMBRANÇA	Os indivíduos julgam eventos que são mais facilmente lembrados da memória, baseados em vivacidade ou ocorrência recente, para serem mais numerosos do que eventos de igual frequência cujas instâncias são menos facilmente lembradas.
RECUPERABILIDADE	Os indivíduos são tendenciosos em suas avaliações da frequência de eventos com base em como suas estruturas de memória afetam o processo de busca.
<b>VIESES DA HEURÍSTICA DA REPRESENTATIVIDADE</b>	
INSENSIBILIDADE ÀS TAXAS DE BASE	Ao avaliar a probabilidade de eventos, os indivíduos tendem a ignorar as taxas de base se qualquer outra informação descritiva for fornecida - mesmo que seja irrelevante.
INSENSIBILIDADE AO TAMANHO DA AMOSTRA	Ao avaliar a confiabilidade das informações da amostra, os indivíduos frequentemente não percebem o papel do tamanho da amostra.
EQUÍVOCOS DO ACASO	Os indivíduos esperam que uma sequência de dados gerados por um processo aleatório pareça “aleatória”, mesmo quando a sequência é muito curta para que essas expectativas sejam estatisticamente válidas.
REGRESSÃO À MÉDIA	Os indivíduos tendem a ignorar o fato de que os eventos extremos tendem a regredir à média nos testes subsequentes.
A FALÁCIA DA CONJUNÇÃO	Os indivíduos julgam erradamente que as conjunções (dois eventos que ocorrem em conjunto) são mais prováveis do que um conjunto mais global de ocorrências, do qual a conjunção é um subconjunto.
<b>VIESES QUE EMANAM DA HEURÍSTICA DA ANCORAGEM OU AJUSTAMENTO OU CONFIRMAÇÃO</b>	
ARMADILHA DA CONFIRMAÇÃO	Os indivíduos tendem a buscar informações de confirmação para o que eles acham que é verdadeiro e não buscam evidências de não confirmação.
ANCORAGEM	Os indivíduos fazem estimativas para valores com base em um valor inicial (derivado de eventos passados, atribuição aleatória ou qualquer informação disponível) e normalmente fazem ajustes insuficientes dessa âncora ao estabelecer um valor final.
VIÉS DE EVENTOS CONJUNTIVOS E DISJUNTIVOS	Indivíduos exibem um viés para superestimar a probabilidade de eventos conjuntivos e subestimar a probabilidade de eventos disjuntivos.
RETROSPECTIVA E O MALEFÍCIO DO CONHECIMENTO	Depois de descobrir se um evento ocorreu ou não, os indivíduos tendem a superestimar o grau em que teriam previsto o resultado correto. Além disso, os indivíduos deixam de ignorar as informações que possuem, que os outros não tem, quando predizem o comportamento dos outros.
EXCESSO DE CONFIANÇA	Os indivíduos tendem a ter confiança excessiva na exatidão de seus julgamentos, especialmente ao responder perguntas difíceis

FONTE: Traduzido e adaptado pelo autora de BAZERMAN; MOORE (2012, p.58).

### 3.3 TEORIA DO PROSPECTO OU DA PERSPECTIVA

A *Teoria do Prospecto* ou *da Perspectiva* (daqui por diante também citada como TP) tem como definição um modelo de economia comportamental desenvolvido por Kahneman e Tversky (1979). Surge da necessidade de entender uma das principais falhas da teoria da utilidade esperada: a de não calcular de forma diferenciada as utilidades para ganhos e para perdas. Assim, obter quinhentos dólares extras quando sua riqueza é de um milhão de dólares é a diferença entre a utilidade de 1.000.500 dólares e a utilidade de um milhão de dólares. E se você possui a quantidade maior, a negatividade de perder quinhentos dólares é novamente a diferença entre as utilidades dos dois estados de riqueza. Na teoria da utilidade, atribui-se que as utilidades de ganhos e perdas são diferenciadas apenas pelo sinal positivo ou negativo. (KAHNEMAN, 2012)

Através de problemas simples ou prospectos arriscados (loterias), Kahneman e Tversky distribuíram questionários a diversos estudantes e testaram a validade da teoria da utilidade esperada. Nessas pesquisas, abordaram as seguintes questões:

- Problema 1: Além do que você já tem, você recebeu mil dólares. Agora lhe pedem para escolher uma dessas opções: 50% de chance de ganhar mil dólares ou conseguir quinhentos dólares com certeza;
- Problema 2: Além do que você já tem, você recebeu 2 mil dólares. Agora lhe pedem para escolher uma dessas opções: 50% de chance de perder mil dólares ou perder quinhentos dólares com certeza.

Como respostas, obtiveram para o primeiro problema o resultado de que a maioria das pessoas preferia a segurança (ganhar quinhentos dólares), já para o segundo problema, comprovaram que a maioria das pessoas preferia a aposta (50% de chance de perder mil dólares). Na *Teoria da Utilidade Esperada*, em termos de estado final de riqueza, Bernoulli nos diz que os problemas são iguais. Mas verificando as respostas, percebe-se que as pessoas gostam de ganhar e não de perder, e este seria o "erro de Bernoulli", uma vez que o modelo é independente de referência e contrário ao princípio básico de percepção, ou seja, o estímulo efetivo e registrado não compõe um novo nível de estimulação, mas consiste na diferença entre ele e o nível de adaptação existente. (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; 1986; KAHNEMAN, 2003; 2012).

De acordo com a TP é fundamental que as pessoas conheçam o estado de referência, que servirá como ponto inicial da escala de valores. As probabilidades serão substituídas por pesos de decisão. No processo de escolha, a TP determina duas fases: fase de edição e fase de avaliação: na fase de edição, os agentes organizam e simplificam as escolhas; na fase de avaliação, escolhe-se o prospecto de maior valor. (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; KIMURA; BASSO; KRAUTER, 2006).

Ademais, a TP aborda o comportamento dos investidores em relação às discussões financeiras, uma vez que estes são desfavoráveis aos riscos em situações de ganhos, enquanto que em situações de perdas, arriscam-se mais. Os investidores possuem vieses cognitivos, e segundo Kahneman e Tversky (1982), existem três razões que determinam a importância de investigar erros sistemáticos no processo de tomada de decisão destes: 1) os bloqueios intelectuais, sugerindo maneiras para melhorar a qualidade da decisão; 2) os erros e vieses cognitivos, que são responsáveis por revelar repetidamente os processos psicológicos que determinam o julgamento; e 3) os erros ajudam a mapear os instintos, mostrando quais princípios estatísticos ou lógicos não serão intuitivos.

Os vieses cognitivos foram definidos por Kahneman e Tversky (1979) e estão sintetizados no Quadro 4.

QUADRO 4 – VIESES DE ANÁLISE DA TEORIA DO PROSPECTO

EFEITO	DESCRIÇÃO
Certeza	Referencia-se qual preferência é dada por um indivíduo a um ganho certo em relação a um ganho apenas provável. As pessoas mostram tendência de dar maior peso às opções que têm probabilidade alta de ocorrer, se comparado com as opções apenas prováveis, mesmo que estas tenham lucratividade maior, o que caracteriza uma certa aversão ao risco quando se trata de escolhas que envolvem ganhos seguros.
Reflexo	É uma referência a uma gama de testes que apresentam opções de escolha entre possibilidades de ganho ou de diferentes possibilidades de perdas. A aversão ao risco nas escolhas que envolvem os ganhos seguros é acompanhada pela procura por riscos nas escolhas que envolvem perdas seguras.
Isolamento	Refere-se ao fato de que os agentes financeiros, com o objetivo de simplificar o processo de tomada de decisão, descartam as informações que são compartilhadas por todas as alternativas, concentrando-se somente em uma escolha de alternativa.

FONTE: Adaptado de KAHNEMAN e TVERSKY (1979).

Esse último efeito, o isolamento, foi o elemento chave utilizado por Kahneman e Tversky (1982) para o desenvolvimento da TP.

Muitas dimensões perceptivas e sensoriais compartilham a ideia de que a resposta psicológica é uma função côncava da grandeza da mudança física. Por exemplo, é mais fácil diferenciar entre uma mudança de 3 para 6 graus na temperatura da sala, do que entre uma mudança de 13 para 16 graus. A teoria do prospecto supõe que este princípio se aplique, especificamente, à avaliação das mudanças monetárias. Ou seja, a diferença em valor entre um ganho de \$100 e de \$200 é percebida pelo indivíduo como maior do que a diferença entre um ganho de \$1.100 e de \$1.200. Da mesma forma, a diferença entre uma perda de 100 e uma perda de 200 parece maior do que a diferença entre uma perda de 1.100 e 1.200. A função valor, para mudanças de riqueza, de acordo com a TP, torna-se côncava acima do ponto de referência, e convexa abaixo dele. Isto significa que o valor marginal dos ganhos e perdas geralmente diminuirá com suas magnitudes. (MACEDO JR, 2003).

Uma característica relevante da função valor é que ela é em forma de S, o que representa sensibilidade decrescente tanto para ganhos como para perdas. Observa-se que as duas curvas do S não são simétricas, e a inclinação da função muda abruptamente no ponto de referência: a reação às perdas é mais forte do que a reação aos ganhos correspondentes, tornando-se o conceito de aversão à perda. (KAHNEMAN, 2012).

GRÁFICO 1 – FUNÇÃO VALOR



FONTE: KAHNEMAN (2012, p. 352).

Conforme Kahneman (2012), a teoria da perspectiva foi aceita por muitos estudiosos não porque ela é “verdadeira”, mas porque os conceitos que ela agregou à teoria da utilidade – notadamente o ponto de referência e a aversão à perda – foram muito importantes. Em síntese, a Teoria dos Prospectos demonstra que os agentes investidores apresentam tendências

específicas de comportamento quando são abordadas situações de riscos e perdas potenciais, com o objetivo de atenuar as perdas e ter mais segurança nos ganhos.

### 3.4 A TEORIA DOS PROSPECTOS, CÁLCULOS MENTAIS E EFEITO *MOMENTUM*

Grinblatt e Han (2005) também colocaram a TP à prova e verificaram a hipótese de que a tendência de alguns investidores para manter ativos em baixa em suas carteiras cria um diferencial entre o valor fundamental do ativo e seu preço de equilíbrio, bem como uma reação atenuada dos preços às informações e contexto disponíveis. Os autores analisaram a forma como a demanda agregada evolui com a passagem do tempo, em relação com o equilíbrio dos preços, e como são afetados por um número limitado de investidores com efeito disposição. O efeito disposição também estaria relacionado com o efeito *momentum*, definido por Jegadeesh e Titman (1993) como a tendência de que as ações com altos ganhos no passado apresentam para superar o desempenho das ações com ganhos menores ou com perdas no passado.

O efeito disposição gera a divergência entre o valor fundamental e o preço de mercado, sendo esta divergência a variável crítica na explicação do efeito *momentum*. Ao se considerar os ativos com maiores ganhos – relacionados à disseminação de notícias favoráveis – a venda destas ações induziria pressão negativa sobre o preço, gerando retenção na aproximação do valor fundamental. No caso das ações com perdas – relacionadas à disseminação de notícias desfavoráveis – a recusa em vender geraria lentidão no movimento de queda esperado para o preço. Com base em tais premissas, Grinblatt e Han (2005) supõem inicialmente que o efeito disposição gera o efeito *momentum* no valor dos ativos.

Os pesquisadores desenvolveram um modelo de equilíbrio para os preços de ativos motivados pela TP e pela contabilidade mental, e consistente com as evidências empíricas sobre o efeito disposição: as diferenças entre o preço de mercado de uma ação e sua base de custo agregado estão positivamente relacionadas com o retorno futuro esperado da ação (embora os retornos além de um ano sejam indicadores mais fracos dos retornos futuros). Neste modelo, os decisores totalmente racionais não podem eliminar o impacto do ganho de capital sobre os preços de equilíbrio.

O comportamento a partir da TP e cálculos mentais altera a trajetória de preço de equilíbrio de um único ativo de risco, considerada uma economia com vários ativos. São assumidas como premissas pelos autores:

- O ativo de risco está em oferta fixa e é normalizado para uma unidade;
- As notícias públicas sobre a data- $t$  valor fundamental da ação,  $F_t$ , corre pouco antes à data- $t$  da rodada de negociação. O valor fundamental é o preço decorrente do comportamento racional que prevaleceria se não houvesse comportamento TP ou cálculos mentais na economia;
- O valor fundamental segue uma caminhada aleatória, definida por Grinblatt e Han (2005, p. 315) como:

(4)

$$F_{t+1} = F_t + \varepsilon_{t+1}$$

De acordo com os autores esta equação pode ser considerada como referência na análise dos efeitos induzidos pelo comportamento da TP e contabilidade mental na trajetória do preço totalmente racional.

Grinblatt e Han (2005) também apontam que a economia apresenta dois tipos distintos de investidores, sendo que um deles não está sujeito à distorção ocasionada pelos comportamentos da TP e contabilidade mental. Existiriam, então, investidores com efeito disposição e investidores racionais. Quando se observa que muitos agentes obtêm ganhos com um título específico, alguns apresentarão maior tendência para venda devido ao efeito disposição, gerando ainda, através de novas notícias positivas, aumento do valor do ativo. Entretanto, observa-se que a trajetória ascendente sofrerá interferência dos investidores com efeito disposição que passarão a vender o título, já que a oferta em excesso induz à queda dos preços. Por outro lado, se o mercado é afetado por notícias que levem à desvalorização de um ativo, então a queda do preço pode ser mitigada pela pressão exercida pelos agentes com efeito disposição que se recusam a vender o ativo mesmo com a trajetória descendente, gerando diminuição da oferta.

Com seu modelo, Grinblatt e Han propõem a representação da heterogeneidade encontrada entre os investidores como forma de atualizar o preço de referência, além de determinar que os investidores racionais não podem interferir com o equilíbrio. Os investidores com comportamentos TP representam uma fração fixa de todos os investidores, e têm uma demanda relativamente maior pelas ações que geraram perda, e demanda

relativamente menor pelas ações que geraram ganhos. As funções de demanda são assumidas por Grinblatt e Han (2005, p. 316) da seguinte forma:

Demanda racional:

$$D_t^{\text{racional}} = 1 + b_t(F_t - P_t) \quad (5)$$

Demanda de comportamento TP ou cálculos mentais:

$$D_t^{\text{PT/CM}} = 1 + b_t[(F_t - P_t) + \lambda(R_t - P_t)] \quad (6)$$

Nas equações acima,  $P_t$  é o preço da ação;  $R_t$  é conhecido antes da data  $t$  da negociação, e é um preço de referência a partir do qual os investidores com comportamento TP medem os seus ganhos ou perdas;  $\lambda$  é uma constante positiva que mede a importância relativa do ganho de capital na demanda dos investidores TP; e a função  $b_t$  representa a tendência do componente racional das funções de demanda para o ativo.

Dentro deste modelo considera-se que os preços sempre reagem de forma atenuada às notícias, mas esse tipo de reação não pode ser desconsiderado, por pelo menos três razões: 1) investidores racionais não podem determinar quando os preços de referência e, portanto, os preços de mercado, convergirão para valores fundamentais, já que os preços de mercado podem divergir ainda mais de seus valores fundamentais antes de convergirem; 2) os valores fundamentais são imprevisíveis, portanto os agentes racionais que demonstram aversão ao risco não assumirão diferentes posições infinitamente para se protegerem dos preços em variação; e 3) se os agentes apresentarem capital limitado ou um horizonte curto de ganhos possivelmente também apresentarão maior aversão à perda, estando sujeitos de forma mais intensa ao efeito *framing*; neste caso, sua capacidade de eliminar o impacto do comportamento da TP nos preços será ainda mais reduzida.

#### **4 FINANÇAS COMPORTAMENTAIS APLICADAS AO ESTUDO DE PUZZLES DO MERCADO DE CAPITAIS: UMA ABORDAGEM DE AGENT BASED MODELING**

A análise científica baseada em estudos empíricos do comportamento dos investidores sempre apresentou dificuldades para as ciências econômicas, devido às dificuldades de isolamentos de variáveis, e controle e descrição dos comportamentos individuais em cenários reais. Considerando tais entraves, o *Agent Based Modeling* (ou Modelagem Baseada em Agentes) surge como uma alternativa e método analítico bastante útil para o estudo de sistemas complexos, simulando agentes autônomos com interação através de ferramentas computacionais. Os modelos construídos dessa maneira também permitem a atribuição de heterogeneidade e autonomia aos agentes, cujas trocas comportamentais mútuas influenciam e modificam os comportamentos futuros dos participantes. Ao simular a interação entre agentes com tais características estes modelos permitem a emergência de resultados independentes de programação prévia, com evidências de auto-organização e aprendizado derivados das relações estabelecidas entre os agentes. (MACAL; NORTH, 2010).

##### **4.1 O USO DE ABM NA AVALIAÇÃO DA HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES**

A aplicação de tais conceitos pode ser verificada em pesquisas como Pires (2012), que buscou verificar de que forma se comportaria um mercado de capitais artificial composto por agentes heterogêneos que possuem excesso de confiança. Com tal estudo, o pesquisador testou as premissas e possíveis fragilidades em alguns pontos dedutivos da Hipótese dos Mercados Eficientes. Considerando que a HME preconiza agentes com características comportamentais em comum, estes seriam homogêneos, parametrizando as suas decisões de investimentos através de uma função utilidade que busca maximizar seu capital investido.

Pires implementou sua pesquisa através do software LSD (*Laboratory for Simulation Development*), uma plataforma para o desenvolvimento, uso e distribuição de simulações computacionais. A elaboração do estudo foi baseada no desenvolvimento matemático e computacional da Teoria de Sistemas Complexos, e sua aplicação no mercado financeiro e de capitais foi realizada mediante Modelagem Baseada em Agentes, considerando o modelo proposto do Mercado Financeiro Artificial de Santa Fé, além de trabalhos como os de Arthur et. al (1997), LeBaron, Arthur e Palmer (1999), Chen e Yeh (2001), Farmer e Joshi (2002), LeBaron (2005) e Ehrentreich (2007).

O modelo do autor considerou um mercado acionário artificial composto por 100 agentes, divididos entre fundamentalistas e grafistas. As simulações computacionais foram executadas por 5000 períodos de tempo e os valores dos parâmetros iniciais definidos e apresentados de acordo com cada experimento realizado, com as seguintes variáveis globais: dividendo, preço, demanda e recurso financeiro. Os agentes fundamentalistas possuíam como característica principal a racionalidade e a busca pela maximização da utilidade de sua riqueza. Quanto aos agentes grafistas, estes não buscavam referência em um valor fundamental das ações, mas previam o preço e dividendo futuro do ativo com risco baseado na crença de que as mudanças de preços são inerciais, isto é, se o preço da ação recentemente havia aumentado, esperariam que o preço futuro da ação subisse e vice-versa. O autor considerou três tipos de grafistas, os quais utilizariam diferentes comprimentos de memória ( $m=1$ ,  $m=5$  e  $m=10$ ) para determinação de suas expectativas. O comprimento de memória equivaleria à taxa de crescimento médio da ação.

Os resultados foram decorrentes de quatro experimentos, e com a realização das simulações percebeu-se que quanto maior era a presença de grafistas maior era a volatilidade do mercado; o preço da ação se distanciava do seu valor fundamental, e os agentes fundamentalistas não eram capazes de trazê-lo aos seus fundamentos. Outra observação foi que, ao considerar grafistas com diferentes memórias, ocorreram: 1) períodos em que o preço da ação se manteve de maneira sustentada acima do preço de referência; 2) períodos em que o mercado era bastante volátil e 3) períodos de extrema volatilidade, caracterizando quebras do mercado. Ainda, ao incorporar o excesso de confiança como característica dos agentes, Pires verificou que os períodos de extrema valorização dos ativos coincidiram com períodos nos quais os agentes eram mais confiantes.

Outra pesquisa que ilustra a utilização do ABM é a de Gallo (2016), que estuda o movimento do mercado acionário considerando o viés do comportamento de aversão à perda dos agentes que ali operam. Também baseou-se nas limitações da Hipótese dos Mercados Eficientes, e em modelos já programados de agentes para mercados financeiros artificiais.

A pesquisa utilizou como base computacional o NetLogo, um software livre que foi considerado uma plataforma apropriada para simulações de modelos de agentes. (FONSECA; SANTOS, 2014). Foi considerado para o modelo um mercado acionário artificial com 100 agentes, divididos entre fundamentalistas e grafistas. Os agentes fundamentalistas foram programados com características de aversão absoluta ao risco, buscando a maximização da utilidade de sua riqueza. Os agentes grafistas tiveram definições diferentes, com níveis incrementais de aversão à perda e comprimento de memória, caracterizando a subjetividade

humana, e levando em consideração os preços passados na formação de expectativa e na tomada de decisão. Como variáveis globais, Gallo considerou: dividendo, preço, demanda e recurso financeiro.

A pesquisadora apresentou quatro cenários com diferentes resultados. No primeiro, observou que como só haviam agentes homogêneos – fundamentalistas racionais e buscando otimização – os preços e os dividendos estavam diretamente ligados, comprovando as premissas clássicas da HME e servindo como cenário de referência. No segundo cenário, que incluiu diferentes tipos de agentes – com diferentes formações de expectativas de preços, memórias e níveis de aversão à perda – verificou uma queda média dos preços e um aumento da volatilidade no mercado. Além disso, o dividendo seguia fiel na representatividade do valor fundamental do ativo de risco, e não acompanhava o movimento de mercado. O terceiro cenário incluiu um maior número de grafistas, 200 agentes, grupo que teve maior impacto nos preços do mercado devido ao fato de formarem suas expectativas de formas distintas. Finalmente, no quarto cenário, novamente foi mantida a proporção de 200 grafistas, porém, neste caso, estes agentes foram programados sem aversão à perda. A pesquisadora concluiu que, no longo prazo, o preço corrente do ativo tende a se deslocar do seu valor fundamental, confirmando a fragilidade das premissas da Hipótese dos Mercados Eficientes quando existe aversão à perda como componente do processo decisório.

#### 4.2 OPCÇÕES E VARIÁVEIS NO MODELO UTILIZADO

Seguindo a linha de pesquisas anteriores revisadas, esta dissertação também tem a intenção de utilizar a MBA como método para testar o comportamento do mercado baseado em agentes heterogêneos, conforme apresentados no tópico anterior. Entretanto, esta pesquisa considera que os agentes técnicos e grafistas no mundo real não fazem estimativas do valor dos dividendos no processo de formulação das suas expectativas, mas que utilizam apenas dados passados (como preços e volume negociados) na decisão de investimento. O relatório detalhado do modelo utilizado na abordagem empírica se encontra no Apêndice 1.

Outra alteração significativa no modelo empregado nesta pesquisa é o uso da heurística da ancoragem pelos agentes grafistas, que prevê o impacto de eventos ou informações aparentemente irrelevantes mas que, no resultado final, apresentam grande impacto no processo decisório. Além disso, as pesquisas anteriores (também partindo das premissas de racionalidade e otimização da HME) consideram que os agentes fundamentalistas e grafistas avaliam um resultado como positivo se o valor efetivo for

correspondente aos dividendos em  $t$  adicionados do preço da ação em  $t$ . Na presente pesquisa, os agentes técnicos ou grafistas não consideram na avaliação dos resultados o valor dos dividendos, mas apenas comparam se o valor efetivo da ação é maior ou menor do que o preço da ação projetada.

## 5 MODELOS DE AVALIAÇÃO: FUNDAMENTALISTA E TÉCNICA

Como já indicado anteriormente, as premissas decorrentes de conceitos teóricos como a racionalidade do consumidor e a maximização da utilidade sofrem ataques no campo das ciências econômicas desde a década de 50, o que levou ao desenvolvimento de novos modelos explicativos para o comportamento dos investidores. O surgimento das novas teorias de finanças comportamentais – que trabalham com adaptação das premissas e axiomas tradicionais, ou então com a identificação de outros fatores que podem gerar interferência no comportamento dos mercados – explica fenômenos excepcionais que não são devidamente abordados pela teoria clássica. As finanças comportamentais contribuem para a identificação de processos decisórios e fatores psicológicos com influência no comportamento dos agentes do mercado financeiro, sendo que estes explicariam movimentos incomuns no volume de transações de ativos. (BORGES, 2014).

Porém, ainda que o critério de decisão de investimento em uma ação possa estar relacionado a critérios subjetivos (certo conhecimento do mercado, vínculo ou proximidade com a empresa que emitiu a ação, atitudes de recuo e aversão ao risco, entre outros), nota-se também a prevalência de critérios racionais no processo decisório, que refletem de maneira mais próxima o comportamento do ativo em questão, o que justifica a existência de modelos de avaliação diferenciados na decisão do investimento. A maior parte dos modelos de avaliação busca projetar o comportamento futuro dos ativos financeiros formulando previsões com relação às variações de seus preços no mercado. Existem, na literatura, dois critérios dominantes adotados: a análise fundamentalista e a análise técnica. (FONSECA, 2009).

### 5.1 ANÁLISE FUNDAMENTALISTA

A análise fundamental se preocupa simultaneamente com diversos fatores interferentes na dinâmica de compra e venda nos mercados, sendo que o analista fundamental realiza um trabalho caracterizado como preditivo, projetando a situação futura de oferta e demanda para um ou mais ativos, e analisando a relação de causa e efeito das variáveis e seus impactos. Neste modelo de análise os agentes estão preocupados em identificar os movimentos mais amplos e de longo prazo, e utilizam os ganhos e perspectivas de dividendos da empresa como subsídios para gerar expectativas de taxas de juros futuras, e também realizam a avaliação de risco da empresa para determinar os preços apropriados das ações. Desta perspectiva, é o sucesso comercial da empresa que será determinante dos dividendos

que serão pagos aos acionistas e qual será o preço atingido pelo ativo no mercado de compra e venda. (ROTELLA, 1992)

Mas, considerando que as perspectivas da empresa vinculam-se à economia mais ampla, a análise fundamental deve considerar também o ambiente de negócios no qual a empresa opera. Na determinação do valor de uma ação o agente fundamentalista baseia-se nos pagamentos futuros esperados, o que justifica a previsão de ganhos na avaliação de ações. Como os *payoffs* são previstos através de análise das informações disponíveis, este agente precisa prever os retornos cabíveis ou possíveis dessas informações para chegar a uma avaliação final. As informações utilizáveis normalmente iniciam no estudo dos balanços e dos ganhos anteriores da empresa, e são complementadas por análises econômicas detalhadas que incluem o sistema de gestão e administração da empresa, o posicionamento dela em seus setores específicos e quais são as expectativas de médio e longo prazo para este mesmo setor. Com tais dados o analista fundamental desenvolve uma percepção a respeito do desempenho futuro da empresa, desconhecida do restante do mercado, e que lhe traria vantagens nas decisões de investimento. (PENMAN, 2012). Deve-se observar que, neste trabalho, o analista fundamental é representado como o agente racional e eficiente; mas nas análises realizadas através de ABM subsequentes as técnicas específicas da análise fundamentalista – notadamente aquelas baseadas na leitura da “saúde financeira” das empresas e instituições – não serão consideradas ou incorporadas ao modelo.

## 5.2 ANÁLISE TÉCNICA (AT)

O início histórico da análise técnica é marcado pelo ano de 1922, quando foram reunidos e divulgados os editoriais do jornalista Charles H. Dow (do Wall Street Journal), que se tornaram os fundamentos da Teoria Dow. Ao longo das décadas, a análise técnica foi ampliada e aprimorada, tendo se tornado um importante padrão para operadores dos mercados financeiros. (BORGES, 2014). Este tipo de análise também é conhecida como análise gráfica, e dedica-se a estabelecer projeções sobre o comportamento das ações a partir de padrões observados no desempenho passado do mercado. Trata-se de um estudo do comportamento das ações no mercado, sendo considerados, principalmente, os parâmetros de oferta e demanda desses papéis e a evolução de suas cotações. A partir desse conhecimento de preços e volumes transacionados são efetuadas projeções sobre o desempenho futuro dos preços das ações. A hipótese implícita na análise técnica é que as variações nos preços dos ativos guardam uma relação entre si, descrevendo uma tendência de mercado. Dessa forma, a partir

das movimentações passadas seria possível explicar suas evoluções futuras. (FONSECA, 2009).

O termo “técnico”, em sua aplicação ao mercado de ações, passou a ter um significado idiossincrático, referindo-se ao estudo dos movimentos do próprio mercado, em oposição ao estudo dos bens com os quais o mercado opera. Partindo de tal concepção, a Análise Técnica é a ciência do registro – geralmente em forma gráfica – da história real da negociação (mudanças de preço, volume de transações, etc.) de um ativo ou de suas “médias”, deduzindo dessa história ilustrada a provável tendência futura. Com o advento do computador, muitas escolas de análise técnica surgiram. A análise técnica baseada em números, por exemplo, realiza estudos de média móvel como uma tentativa de tornar completamente objetiva a análise dos mercados. Dentro de tal lógica, seria inútil atribuir um valor intrínseco a um certificado de ações. (EDWARDS; MAGEE; BASSETTI, 2001).

Em um exemplo clássico de Edwards e Magee<sup>1</sup> (2001/1948, p.4), uma ação da *United States Steel* valia US\$ 261 no início do outono de 1929, mas poderia ser comprada por apenas US\$ 22 em junho de 1932. Em março de 1937, estava sendo vendida por US\$ 126 e apenas um ano depois por US\$ 38. Em maio de 1946, havia subido para US\$ 97, e 10 meses depois, em 1947, havia caído para menos de US\$ 70, e isso mesmo com os ganhos da empresa nessa última data se aproximando da maior alta de todos os tempos, e com as taxas de juros nacionais próximas da maior baixa de todos os tempos. O valor contábil desta ação da *U.S. Steel*, de acordo com o balanço da corporação, era de cerca de US\$ 204 em 1929 (final do ano); US\$ 187 em 1932; US\$ 151 em 1937; US\$ 117 em 1938 e US\$ 142 em 1946. Os autores indicam que a ampla divergência entre o valor presumido e o preço real não é a exceção, é a regra. Portanto o valor real de uma ação da *U.S. Steel* comum é determinado a qualquer momento apenas pela oferta e demanda, e estas são refletidas com precisão nas transações consumadas no pregão da Bolsa de Valores de Nova York.

De forma complementar, admite-se que as estatísticas estudadas pelos fundamentalistas também desempenham um papel na equação composta pela oferta e demanda, mas existem outros fatores que afetam o movimento das ações. O preço de mercado reflete diferentes opiniões de valor de muitos avaliadores e especialistas ortodoxos (com grande poder de influência) mas também é consequência de vários outros fatores: esperanças de alta ou baixa, medos, suposições, humores, avaliações racionais e irracionais de centenas de potenciais compradores e vendedores e, ainda, necessidades e recursos individuais, que

---

<sup>1</sup> Tradução do exemplo pela autora.

variam enormemente. Todos são fatores que desafiam a análise unicamente fundamentalista e para os quais não são obtidas estatísticas; entretanto, tais variáveis são sintetizadas, avaliadas e finalmente expressas na combinação entre compradores e vendedores, formando o preço final. (EDWARDS; MAGEE; BASSETTI, 2001).

Edwards, Magee e Bassetti (2001) também apontam que a crítica da AT aos fundamentalistas consiste no foco destes sobre a história passada do ativo, porque o mercado não estaria interessado no passado e nem mesmo no presente; ele olha adiante, tentando pesar e equilibrar todas as estimativas e suposições de centenas de investidores que olham para o futuro de diferentes pontos de vista. Os preços se movem em tendências, e estas tendem a continuar até que algo aconteça para mudar o equilíbrio entre oferta e demanda.

Tais mudanças são geralmente detectáveis na ação do próprio mercado: determinados padrões ou formações, níveis ou áreas, aparecem nos gráficos e têm um significado, podendo ser interpretados em termos do provável desenvolvimento de tendências futuras. A AT tenta explorar padrões recorrentes e previsíveis no preço das ações para gerar melhor desempenho do investimento: não se nega o valor da informação fundamental, mas acredita-se que os preços se aproximam apenas gradualmente do valor intrínseco. Conforme os valores de máximas e mínimas mudam, os negociadores mais atentos e velozes conseguem explorar os ganhos possíveis no movimento de ajuste para chegar em um novo equilíbrio. Na AT acredita-se que fatores irracionais ou comportamentais podem interferir com a formação de preço pelo mercado, e a flutuação mais ou menos aleatória acompanha qualquer tendência implícita de preço, criando oportunidades para explorar as correções conforme essas flutuações vão se dissipando. (BODIE; KANE; MARCUS, 2010).

Um exemplo da efetividade da AT encontra-se nas tendências comportamentais geradas pelo efeito disposição, que se refere à tendência do investidor de continuar persistindo nos investimentos perdedores. O investidor comportamental parece relutante de realizar o desinvestimento mesmo que os valores fundamentais sigam um movimento aleatório. O fato de a demanda do "investidor disposto" por ações de alguma companhia depender do histórico de preço de tais ações significa que o preço se aproxima do valor fundamental somente com o tempo, coerente com a motivação central da análise técnica. A assimetria comportamental também pode ser coerente com o uso dos dados referentes ao volume de transações, já que um traço comportamental importante observado nos investidores seria o excesso de confiança, a tendência sistemática de superestimar a capacidade própria em relação às habilidades alheias. Quando os negociadores ficam muito confiantes, podem negociar mais, induzindo uma associação entre volume de negociação e retorno de mercado. A análise técnica utiliza os

dados sobre o volume, além do histórico de preço, para direcionar a estratégia de negociação. (BODIE; KANE; MARCUS, 2010; PRATES; SANTOS; COSTA JR., 2014).

### 5.2.1 Confiança e viés de autoatribuição

Quando os investidores fazem muitas operações, isso pode ser uma manifestação de seu excesso de confiança, que tem sido proposto como uma explicação para os elevados níveis de negociação observados nos mercados financeiros, e também como uma das principais causas do fraco desempenho dos investidores. A autoatribuição, no caso das finanças comportamentais, é um evento psicológico no qual o agente atribui a si mesmo o crédito pelo sucesso de bons investimentos, e atribui a outras pessoas, ao mercado ou a eventos externos a culpa pelos maus investimentos. No estudo dos efeitos do excesso de confiança, existem desafios na condução de pesquisas empíricas sobre tópicos de finanças comportamentais, que são consequentes dos esforços de coleta de dados necessários para explicar a ligação entre o comportamento de nível micro dos investidores e os efeitos de nível macro desses comportamentos. (LOVRIC, 2011).

O mapeamento entre micro e macro é uma das principais vantagens decorrentes das simulações baseadas em agentes dos mercados financeiros, sendo necessário definir qual é o tipo de excesso de confiança que está sob estudo. Um dos tipos que tem sido considerado em estudos teóricos e computacionais é o erro de ajuste, refletido no comportamento de superestimar a precisão da própria informação. Em um mercado financeiro artificial baseado em agentes, existem condições para estudar a ligação entre o comportamento individual dos investidores e a dinâmica do mercado financeiro, já que os modelos podem incluir comportamentos de aprendizagem complexos, heurísticas aleatórias ou específicas, informações assimétricas, e preferências heterogêneas para os agentes. (LOVRIC, 2011).

No modelo de Pires (2012), por exemplo, foi criado um coeficiente de confiança que, multiplicado pela variância percebida dos retornos, denota a subestimação atribuída pelos agentes, dada a variância percebida do retorno da ação:

(7)

$$\sigma_{i,t,p+d}^2 = oc_{i,t} \times \sigma_{i,t,p+d}^2$$

Onde  $oc$  representa o nível de confiança dos agentes.

Quando  $oc = 1$ , o agente possui um nível de confiança neutro. Quando  $oc > 1$ , o agente é pouco confiante, e a variância do retorno é superestimada. Quando  $0 \leq oc < 1$ , o agente apresenta muita confiança com variância do retorno sendo subestimada. Também é possível considerar a atualização do nível de confiança dos agentes, que será definida pelo nível de acerto que estes demonstram em suas previsões. Para atribuir esse parâmetro, o coeficiente de confiança  $oc$  é mapeado a partir do intervalo  $oc \in [0, \infty[$ , em um intervalo mais conveniente,  $C \in [0, 1]$ , com utilização da função de transformação T:

(8)

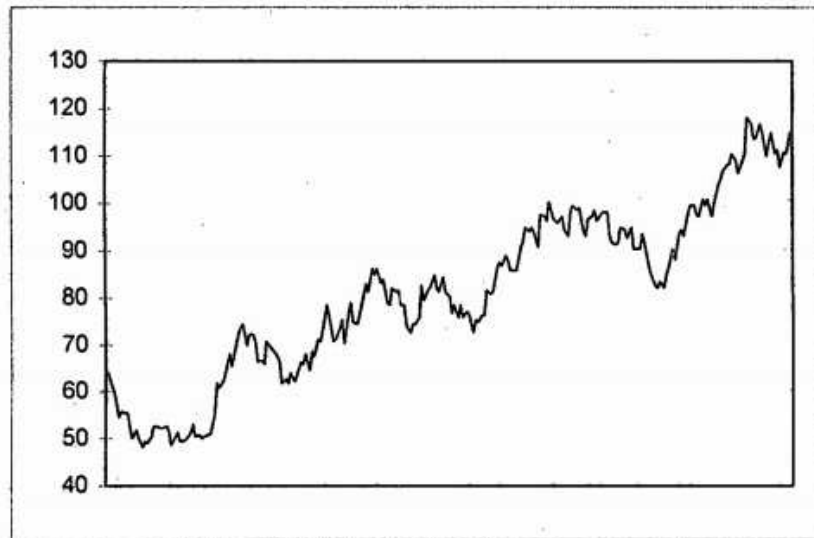
$$T(oc_{i,t}) = 1 - 2^{(-oc_{i,t})^{1/4}} = C_{i,t}$$

Pode-se considerar também a existência de viés na atualização do nível de confiança dos agentes, sendo que o nível de confiança pode aumentar mais como resultado de previsões que tiveram sucesso e diminuir menos quando são constatadas previsões que falharam. (LOVRIC, 2011; PIRES, 2012).

### 5.2.2 Indicadores de AT: Máximos e Mínimos

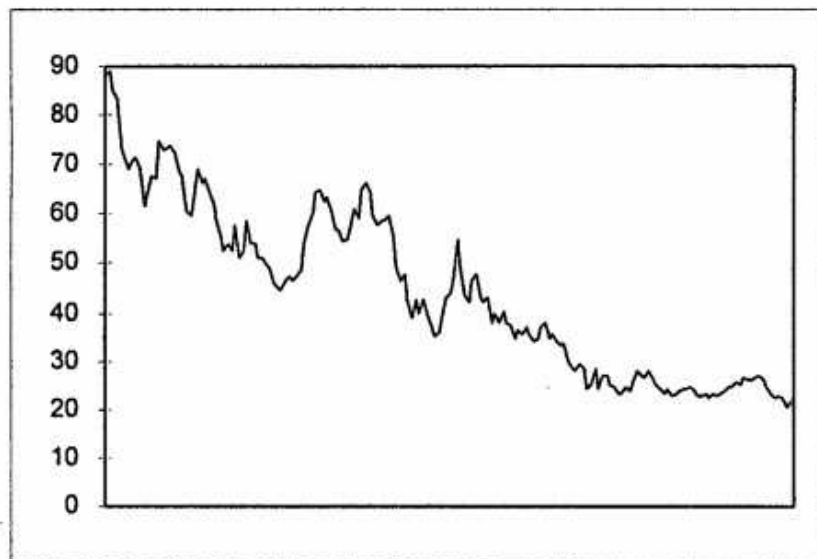
Na AT a identificação das tendências é essencial, e suas ferramentas são construídas e aplicadas com essa intenção. Ao observar a trajetória de preços de um ativo, percebe-se que eles se configuram como uma sequência de picos e vales, e na sua direção ou proporção são identificadas as tendências: se é observada uma sequência crescente de picos, então existe uma tendência de alta; se é observada uma sequência crescente de vales, então existe uma tendência de baixa. (SANTANA, 1997). Os gráficos 2 e 3 ilustram, respectivamente, tendências de alta e de baixa.

GRÁFICO 2 – TENDÊNCIA DE ALTA



FONTE: SANTANA (1997, p. 14).

GRÁFICO 3 – TENDÊNCIA DE BAIXA



FONTE: SANTANA (1997, p. 15).

Na análise técnica, estes picos e vales são chamados, respectivamente, de *resistência* e *suporte*. O gráfico 4 mostra as linhas de suporte e resistência na representação de um ativo.

GRÁFICO 4 – LINHAS DE SUPORTE E RESISTÊNCIA



FONTE: LENHARD (2011, p. 23).  
 NOTA: Gráfico produzido com MetaStock™

Na linha de suporte está a fronteira ou limite do que se define como uma área *abaixo do mercado*, com a demanda pelo ativo se mostrando forte o suficiente para superar as pressões da oferta e causando o aumento do preço. Na linha de resistência existe o limite do preço *acima do mercado*, quando a oferta do ativo supera a demanda e o preço cai. Quando se observa uma tendência de baixa, as linhas de suporte são sucessivamente quebradas, e na tendência de alta, são as linhas de resistência que são ultrapassadas sequencialmente. Quando o movimento sucessivo de quebra do suporte ou da resistência não acontece mais, então considera-se que está ocorrendo uma *reversão da tendência*. (BORGES, 2014).

Quando os preços ultrapassam as linhas de suporte ou resistência, a teoria da análise técnica indica que acontecerá um aumento no volume negociado, devido ao comportamento dos investidores: se um ativo está em tendência de alta mas, a partir de um certo momento, os seus preços começam a cair e a sua linha de suporte é ultrapassada, então aqueles investidores que possuem este ativo em suas carteiras tenderão a se desfazer do mesmo, aumentando a oferta e levando os preços a caírem ainda mais. No caso contrário, quando um ativo em tendência de baixa começa a experimentar um aumento de preço que rompe sua linha de resistência, então os investidores realizarão compras desta ação em alta, levando a um aumento ainda maior da demanda e também dos preços. (BORGES, 2014).

Para pesquisadores como Huddart, Lang e Yetman (2003) existem determinantes do volume de mercado que não se concentram apenas sobre o efeito disposição, sendo que em seus estudos foi encontrado que os preços extremos na trajetória anterior de um ativo – mínimas e máximas de abertura e fechamento, ou picos e vales para períodos semanais e

mensais – afetam as decisões de negociação dos investidores nos mercados de ações. Quando se toma uma ampla amostra de ativos verifica-se que o volume flutua dependendo da localização do preço atual na distribuição de preços em relação ao ano anterior: o volume é maior quando o preço das ações está acima da alta de 52 semanas ou abaixo da mínima de 52 semanas, sugerindo que os extremos anteriores são importantes na tomada de decisões pelos investidores.

Os autores também apontam que isso não necessariamente significa que todos os investidores usem esse tipo de informação, mas a alta e a baixa de 52 semanas parecem ser suficientemente salientes para os investidores, e esse fenômeno pode ser observado em dados de volume agregado. Os determinantes do volume de negócios são pouco compreendidos e os padrões observados muitas vezes não estão de acordo com os modelos econômicos. Assim, a avaliação de mínimas e máximas pelos investidores pode ser um determinante comportamental com efeito maior sobre o volume do que informações mais qualificadas como anúncios de lucros, estratégias de negociação baseadas em impostos, ou captura de dividendos pelas empresas representadas pelos ativos.

Em pesquisas nacionais como a de Borges (2014) foram utilizados como insumos na análise os preços máximo e mínimo das últimas 52 semanas, um tipo de informação que é amplamente disponível na mídia financeira e alcança muitos investidores, tendo efeito sobre a sua classificação de ganhos e perdas para os ativos. Os resultados demonstram que a reversão de tendência nos preços de um ativo (identificação de mudança de viés de alta para viés de baixa, ou vice-versa) levam os investidores a tomarem decisões de compra e venda, com aumento do volume de negociação. Além disso, segundo o autor, a utilização dos preços máximo e mínimo das últimas 52 semanas é uma informação amplamente divulgada da mídia financeira, servindo como ponto de referência para o investidor quando ele classifica seus ativos como ganhos ou perdas.

### 5.2.3 Indicadores de AT: Média Móvel Simples (MMS)

A média móvel de um índice de ações consiste no nível médio do índice ao longo de um determinado intervalo de tempo. Assim, por exemplo, a média móvel de 52 semanas acompanha o valor médio do índice ao longo das últimas 52 semanas. A cada semana a média móvel é recalculada, eliminando a observação mais antiga e acrescentando a mais recente. Operando de tal maneira observa-se que, depois de um período de queda geral nos preços, a média móvel fica acima do preço corrente – já que na média móvel, calcula-se a "média" dos

preços mais antigos e maiores. Portanto, se os preços estiverem em alta, a média móvel fica abaixo do preço corrente. (BODIE; KANE; MARCUS, 2010).

Quando o preço de mercado atravessa a linha da média móvel de baixo para cima é considerado sinal de alta, porque significa uma mudança da tendência decrescente (com os preços abaixo da média móvel) para a tendência crescente (com os preços acima da média móvel). Do contrário, quando os preços caem abaixo da média móvel, é considerado sinal de baixa. Existe alguma variação na extensão da média móvel considerada mais preditiva dos movimentos de mercado. Os parâmetros mais comuns seriam a média de 200 dias e 53 semanas. (PANOSSO, 2013). De acordo com Santana (1997), a média móvel simples é definida pela seguinte fórmula:

(9)

$$M_t = \frac{(P_t + P_{t-1} + \dots + P_{t-n})}{n}$$

Onde P é o preço do ativo, e t representa o intervalo temporal da média para n intervalos. O quadro 5 mostra um exemplo de média móvel simples para intervalos de 5 dias.

QUADRO 5 – EXEMPLO DE MÉDIA MÓVEL SIMPLES DE 5 DIAS

Semana	DJIA	Média Móvel 5 semanas	Semana	DJIA	Média Móvel 5 semanas
1	13.290		11	13.590	13.555
2	13.380		12	13.652	13.586
3	13.399		13	13.625	13.598
4	13.379		14	13.657	13.624
5	13.450	13.380	15	13.699	13.645
6	13.513	13.424	16	13.647	13.656
7	13.500	13.448	17	13.610	13.648
8	13.565	13.481	18	13.595	13.642
9	13.524	13.510	19	13.499	13.610
10	13.597	13.540	20	13.466	13.563

FONTE: Adaptado de BODIE; KANE; MARCUS (2010).

No quadro, cada observação representa o nível de fechamento da Média Industrial Dow Jones (*Dow Jones Industrial Average - DJIA*), no último dia de negociação da semana. A média móvel de cada semana, para um período de cinco semanas, seria a média DJIA no

decorrer das cinco semanas prévias. Por exemplo, o primeiro dado, na semana 5, seria a média do valor do índice entre as semanas 1 e 5: 13.290, 13.380, 13.399, 13.379 e 13.450, indicando a média de 13.380. O dado seguinte, 13.424, seria a média dos valores do índice entre as semanas 2 e 6 e assim por diante.

#### 5.2.4 Indicadores de AT: Média Móvel Exponencial (MME)

De acordo com Pereira (2011) a média móvel exponencial é uma extensão da média móvel simples, sendo utilizado primariamente como um indicador de movimento com utilidade e qualidade para previsão em mercados com tendências bem definidas. Diferentemente da média móvel simples, a MME atribui maior importância aos preços mais recentes de fechamento do mercado, deixando claro que os fatos mais recentes terão mais peso na análise e previsão de tendências. A MME pode ser aplicada para diferentes intervalos temporais, indo dos mais curtos (usualmente 14 a 25 dias) até os mais longos, (mais de 75 dias), e a decisão do período utilizado tem relação estreita com a sensibilidade deste indicado, bem como com o número de sinais gerados: quanto mais longos forem os períodos, menor será a sensibilidade e o número de sinais gerados. Mas, se comparada à média móvel simples, verifica-se que a MME possui mais capacidade de previsão e sensibilidade para operações a curto prazo, já que atribui peso diferente às cotações mais recentes em relação àquelas mais antigas. De acordo com Santana (1997) a seguinte fórmula se aplica à MME:

(10)

$$M_t = M_{t-1} + \frac{2}{(n+1)}(P_t - M_{t-1})$$

Onde P é o preço do ativo, e t representa o intervalo temporal da média para n intervalos. O fator exponencial é dado por:

(11)

$$\frac{2}{(n+1)}$$

Pereira (2011) indica que a MME é um indicador de tendências, e ao realizar o cruzamento da média móvel com a linha dos preços são obtidas informações que guiam a compra e a venda de ações: o sinal de compra é estabelecido quando a média móvel é

ultrapassada pelo preço de fechamento, e o sinal de venda surge quando preço se torna menor que a média.

### 5.3 ESTRUTURA DO MODELO

O mercado acionário artificial utilizado no estudo descrito por esta dissertação estrutura-se a partir dos seguintes dados:

- 1) É composto por 225 agentes, divididos entre fundamentalistas (que representam as teorias financeiras tradicionais) e técnicos ou grafistas (que representam as finanças comportamentais);
- 2) Os agentes são fundamentalistas ou grafistas de acordo com as regras que eles adotam para determinação de suas previsões de preços;
- 3) Os agentes não podem mudar de estratégia, portanto considera-se que o número de agentes que opera seguindo estratégias específicas é predeterminado. (GALLO, 2016, p. 96);
- 4) Os agentes grafistas são divididos conforme sua escolha de indicadores de análise para sua formação de expectativa de preços. Os indicadores utilizados são: máximos e mínimos; média móvel simples (MMS) e média móvel exponencial (MME). Como resultado de suas escolhas, os agentes verificam se o preço efetivo em  $t$  é maior do que o preço esperado em  $t$ , e verificam se o resultado foi positivo ou negativo, incluindo assim o grau de confiança na sua capacidade de previsão;
- 5) As simulações são compostas de três cenários, com cinco situações, descritos como:

Cenário 1: todos os agentes são homogêneos, fundamentalistas, pois não há preços passados disponíveis para previsão. Portanto, há 225 agentes fundamentalistas.

Cenário 2: a partir desse cenário os agentes são heterogêneos, e não há viés de atribuição ou excesso de confiança. Os agentes fundamentalistas possuem

expectativas racionais ilimitadas e os grafistas possuem racionalidade limitada. Entre os grafistas, as expectativas de preços são formuladas com 8 tipos diferentes de memórias, segmentadas entre 10, 20 e 30 períodos, em acordo com pesquisas anteriores na mesma temática (TAKAHASHI; TERANO, 2003):

- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 10 períodos,
- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 20 períodos,
- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 30 períodos.
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 10 períodos,
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 20 períodos,
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 30 períodos.
- agentes grafistas com média móvel simples de 10 períodos.
- agentes grafistas com média exponencial de 10 períodos.

O Cenário 2 apresenta duas situações:

Cenário 2a: 225 agentes divididos em 50% fundamentalistas e 50% grafistas com 8 tipos diferentes de memórias (113 fundamentalistas;  $112/8 = 14$  agentes grafistas de cada tipo).

Cenário 2b: 225 agentes divididos em 25 fundamentalistas e 200 grafistas com 8 tipos diferentes de memórias.

Cenário 3: também existe heterogeneidade como no cenário 2. Entretanto, este cenário diferencia-se do anterior por apresentar viés de atribuição ou excesso de confiança. Os agentes fundamentalistas têm expectativas racionais ilimitadas e os grafistas ou investidores possuem racionalidade limitada. Entre os grafistas, as expectativas de preços são formuladas da mesma forma descrita para o cenário 2, com as mesmas 8 memórias.

O Cenário 3 também se divide em duas situações:

Cenário 3a: 225 agentes divididos em 50% fundamentalistas e 50% grafistas com 8 tipos diferentes de memórias (113 fundamentalistas;  $112/8=14$  agentes grafistas de cada tipo).

Cenário 3b: 225 agentes divididos em 25 fundamentalistas e 200 grafistas com 8 tipos diferentes de memórias.

- 6) Todos os agentes, ao longo do tempo, devem escolher entre dois ativos para aplicar seus recursos: i) um ativo livre de risco, pagando uma taxa de juros constante ( $r$ ) com uma oferta infinitamente elástica ( $r$ ) ou ii) um ativo com risco, que paga um dividendo estocástico, o qual segue um processo autoregressivo de primeira ordem AR(1);
- 7) O tempo é discreto e indexado por  $t$ , e o horizonte de tempo é indefinido;
- 8) A determinação do preço de mercado da ação no período de tempo  $t$  é realizada por meio de um ajuste de acordo com a oferta e a demanda;
- 9) Com a definição do preço de mercado do ativo no período  $t$  o portfólio de todos os agentes é atualizado, assim como o nível de riqueza no período corrente. O comportamento individual dos agentes gera séries que são armazenadas com o objetivo de realizar análises posteriores. (PIRES, 2012, p. 69);
- 10) Também existem restrições à quantidade possível de ações adquiridas pelos agentes, sendo que estes podem demandar no máximo 5 ações cada um nos períodos de tempo definidos. Também é permitido um máximo de 5 ações para vendas a descoberto (*short selling*). A quantidade de ações negociadas pelos agentes também é restrita pela quantidade de recursos disponíveis para compra. (PIRES, 2012, p. 69).

#### 5.4 FUNCIONAMENTO DO MODELO

O funcionamento do mercado acionário artificial considera quatro variáveis globais:

- 1) Dividendo; 2) Recurso Financeiro; 3) Demanda e 4) Preço.

Para a variável Dividendo, o dividendo corrente ( $d_t$ ), pago por um ativo com risco (ação), em cada período de tempo ( $t$ ), é gerado por um processo estocástico exógeno, autoregressivo de primeira ordem AR (1), replicando os conceitos utilizados em Arthur et. al (1997), LeBaron, Arthur e Palmer (1999), LeBaron (2005), Pires (2012), Bertella et. al (2014) e Gallo (2016). Apresenta a seguinte fórmula:

$$d_t = \bar{d} + \rho(d_{t-1} - \bar{d}) + \varepsilon_t \quad (12)$$

Onde:

$d_t$ : dividendo corrente

$\bar{d}$ : dividendo inicial

$d_{t-1}$ : dividendo do período anterior;

$\varepsilon_t$ : possui distribuição normal com média 0 e variância finita  $\sigma^2$  e  $-1 < \rho < 1$ .

Para a variável Recurso Financeiro, por simplicidade, assume-se que os agentes têm a mesma função de utilidade. Mais especificamente, os agentes têm aversão ao risco absoluto constante (CARA). Cada agente procura maximizar sua alocação entre os ativos de risco, conhecido como ação, e os ativos livres de risco, sem juros, chamado dinheiro. Em cada período de tempo todos buscam a maximização da utilidade esperada de sua riqueza, conforme aplicação dos mesmos conceitos em trabalhos de Chen, Lux e Marchesi (2001), Pires (2012), Bertella et. al (2014) e Gallo (2016). Apresenta a seguinte fórmula:

$$U(W_{i,t}) = -\exp(-\lambda W_{i,t}) \quad (13)$$

Onde:

$W_{i,t}$ : é a riqueza do agente  $i$  no período  $t$ ,

$\lambda$ : é o grau de aversão ao risco relativo dos agentes.

Cada agente  $i$  tem o mesmo valor de riqueza inicial ( $W_0$ ) podendo acumular sua riqueza pelos investimentos. Assim, no tempo  $t$ , cada agente tem duas maneiras de manter sua riqueza:

$$W_{i,t} = M_{i,t} + p_t h_{i,t} \quad (14)$$

Onde:

$M_{i,t}$ : é o dinheiro

$h_{i,t}$ : são as ações

No restante do período, o recurso financeiro disponível para aplicação financeira será:

$$W_{i,t} = h_{i,t}(p_t + d_t) + (1+r)(W_{i,t-1} - p_t h_{i,t}) \quad (15)$$

Onde:

$W_{i,t}$ : representa a riqueza do agente  $i$  no período  $t$ ;

$h_{i,t}$ : são as ações demandadas pelo agente  $i$  no período  $t$ .

$p_t$ : preço no período  $t$

$d_t$ : dividendo da ação no período  $t$

$r$ : representa a taxa de juros do ativo livre de risco (dinheiro).

Para a variável Demanda, a maximização da utilidade esperada do agente  $i$  é representada por:

$$\max E_{i,t} [U(W_{i,t+1})] \quad (16)$$

Sujeita a:

$$W_{i,t+1} = h_{i,t}(p_{t+1} + d_{t+1}) + (1+r)(W_{i,t} - p_t h_{i,t}) \quad (17)$$

Para o agente fundamentalista, a quantidade ótima de ações demandadas no tempo  $t$  será proporcional à diferença entre a expectativa dos agentes quanto ao preço e dividendo do próximo período com relação ao preço atual corrigido pela taxa de juros  $r$  e inversamente proporcional à medida de aversão ao risco absoluta ( $\lambda$ ) e à variância percebida dos retornos ( $\sigma_{i,t,p+d}^2$ ).

$$h_{i,t}^* = \frac{E_{i,t}(p_{t+1} + d_{t+1}) - p_t(1+r)}{\lambda \sigma_{i,t,p+d}^2} \quad (18)$$

Onde:

$\sigma_{i,t,p+d}^2$ : é a variância percebida dos retornos.

Para o agente grafista, a quantidade ótima de ações demandadas no tempo  $t$  será proporcional à diferença entre a expectativa dos agentes quanto ao preço do próximo período com relação ao preço atual corrigido pela taxa de juros  $r$  e inversamente proporcional à medida de aversão ao risco absoluta ( $\lambda$ ) e à variância percebida dos retornos ( $\sigma_{i,t,p+d}^2$ ).

(19)

$$h_{i,t}^* = \frac{E_{i,t}(p_{t+1}) - p_t(1+r)}{\lambda \sigma_{i,t,p+d}^2}$$

Onde:

$\sigma_{i,t,p+d}^2$ : é a variância percebida dos retornos.

A variância percebida dos retornos ( $\sigma_{i,t,p+d}^2$ ) é descrita, em acordo com Pires (2012, p. 64-65), como:

(20)

$$\sigma_{i,t,p+d}^2 = (1 - \theta) \sigma_{i,t,p+d}^2 + \theta [p_t + d_t - E_{i,t-1}(p_t + d_t)]^2$$

Sendo que o parâmetro  $\theta$  determina o peso colocado sobre o erro quadrado mais recente em contraposição ao peso colocado sobre os erros quadrados passados. A importância deste parâmetro se justifica porque, quanto mais peso os agentes dão aos desvios recentes, mais voláteis serão suas negociações e com maior propensão a ruídos.

Para a variável Preço é considerada a  $h_{i,t}^*$  (quantidade ótima de ação demandada), o mecanismo do mercado artificial (CHEN; YEH, 2001, p. 371-372) é descrito por dois comportamentos; se a quantidade demandada do agente  $i$  for maior ou igual do que no período anterior, então ele compra a diferença:

(21)

$$b_{i,t} = \begin{cases} h_{i,t}^* - h_{i,t-1}, & h_{i,t}^* \geq h_{i,t-1} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

E, se a quantidade demandada do agente  $i$  for menor do que no período anterior, então ele vende a diferença:

(22)

$$o_{i,t} = \begin{cases} h_{i,t-1} - h_{i,t}^* h_{i,t}^* < h_{i,t-1} , \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Deste modo, a quantidade total de compra e venda será dada por:

(23)

$$B_t = \sum_{i=1}^N b_{i,t}$$

(24)

$$O_t = \sum_{i=1}^N o_{i,t}$$

Onde:

$B_t$  : é a quantidade total de ordens de compra;

$O_t$  : é a quantidade total de ordens de venda;

N: é o número de agentes.

Assim sendo, o preço de mercado do ativo de risco se ajustará em termos de oferta e demanda:

(25)

$$p_t = p_{t-1} e^{(B_t - O_t)/\beta}$$

De acordo com Pires (2012, p. 66),  $\beta$  pode ser interpretado como a velocidade de ajuste de preços, representando um fator de escala que normaliza o excesso de demanda no mercado de ações e considerado como um fator que ameniza as flutuações de mercado. Na análise da movimentação do mercado é estabelecida uma taxa de retorno formada por dois elementos de suma importância: 1) os ganhos de capital, com os preços dos ativos calculados pela comparação entre oferta e a demanda de ações de todos os agentes em atividade; e 2) os dividendos distribuídos pela empresa nos período de tempo definidos. Assim, define-se a taxa de retorno global da ação no período t, descrita da seguinte forma:

(26)

$$H_t = \frac{p_t - p_{t-1} + d_t}{p_{t-1}}$$

A análise das séries será realizada com base em estatística descritiva e testes de aderência. Para testar a normalidade das séries serão aplicados *empirical distribution tests*, incluindo Lilliefors, Cramér-von Mises, Anderson-Darling e Watson, do *Eviews*. Além destes será aplicado o teste de Jarque-Bera, o qual é assintoticamente distribuído como qui-quadrado. Quanto à natureza dos demais testes, o teste Lilliefors consiste em teste não paramétrico que é uma modificação do teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo apropriado para situações com parâmetros de distribuição minimamente conhecidos. Quando a distribuição é desconhecida, os parâmetros precisam ser estimados com base nos dados da amostra. O teste de Cramér-von Mises se baseia na verificação de aderência nas funções distributivas cumulativas comparadas com distribuições empíricas, ou então para a comparação de duas distribuições empíricas. Já o teste Anderson-Darling é bastante similar ao teste Cramér-von Mises, mas confere maior peso às caudas encontradas na distribuição. Finalmente, o teste Watson também pertence à mesma família dos testes Cramér e Anderson, mas difere destes por apresentar certo nível de invariância, o que lhe confere maior utilidade na avaliação estatística de fenômenos que se repetem de maneira circular. (AYINDE; KURANGA; SOLOMON, 2016; RAZALI; WAH, 2011; ELMORE, 2005).

Deve-se notar que, de acordo com a literatura (THADEWALD; BÜNING, 2004) a aproximação dos valores críticos pela distribuição do qui-quadrado não funciona adequadamente para o teste Jarque-Bera, sendo este superior em potência apenas quando ocorrem distribuições simétricas com caudas médias a longas e para distribuições ligeiramente distorcidas com caudas longas. O mesmo não ocorre no caso de distribuições com caudas curtas, principalmente na forma bimodal. Neste caso, são recomendados os usos de Cramér-von Mises ou do teste de Shapiro-Wilk. As alternativas são válidas a partir do momento em quem se verificam diferenças de variáveis importantes, como a significância. (AHMAD; SHERWANI, 2015; ROMÃO; DELGADO; COSTA, 2010).

Bowman e Shenton (1975) e Jarque e Bera (1987) identificaram que a estatística JB é assintoticamente distribuída como qui-quadrado. As aproximações podem ser realizadas para amostras acima de 2000 elementos, como faz o *Minitab*, segundo seu manual, ao realizar o teste Jarque-Bera.

(27)

$$JB = T \left( \frac{\hat{\alpha}_1}{6} + \frac{(\hat{\alpha}_2 - 3)^2}{24} \right)$$

Onde:

$\alpha_1$  é assimetria;

$\alpha_2$  é a curtose; e

$T$  o tamanho da amostra.

Os resultados obtidos pelo teste Jaque-Bera no *Eviews* são equivalentes ao teste desta estatística em comparação com a distribuição qui-quadrado. Portanto, neste trabalho, não será realizado o teste de D'Agostino, que é realizado via cálculo da estatística qui-quadrado.

## 5.5 ESTRATÉGIAS DOS AGENTES FUNDAMENTALISTAS VERSUS GRAFISTAS

Neste modelo o mercado é composto por dois tipos de agentes: 1) fundamentalistas e 2) técnicos ou grafistas. A análise fundamentalista trabalha com a análise dos fundamentos econômicos de uma empresa, assim como sua integridade financeira e nível de resistência ou adaptabilidade ao contexto macroeconômico, para definir um preço fundamental para as ações dessa empresa. Se o preço de mercado da ação acompanha o preço fundamental de forma próxima, o investidor avalia que deve ocorrer um aumento de preço, e compra ativos. Se o preço de mercado da ação se distancia do preço fundamental, então o investidor avalia que provavelmente ocorrerá uma queda do preço futuramente, e vende o ativo. (RAMOS, 2016). A análise técnica ou grafista realiza o estudo do comportamento das ações no mercado, sendo considerados, principalmente, os parâmetros de oferta e demanda desses papéis e a evolução de suas cotações. A partir desse conhecimento de preços e volumes transacionados são efetuadas projeções sobre o desempenho futuro dos preços das ações. A hipótese implícita na análise técnica é que as variações nos preços dos ativos guardam uma relação entre si, descrevendo uma tendência de mercado. Os grafistas, derivam suas expectativas de preço baseados nos preços de ativos passados e utilizam de indicadores, a saber: máximos e mínimos, média móvel simples e média móvel exponencial, descritos nos itens 5.2.2, 5.2.3 e 5.2.4. Portanto, para este modelo, os agentes fundamentalistas e grafistas serão representados com diferentes parâmetros para formação de expectativas.

### 5.5.1 Formação de expectativas dos agentes fundamentalistas

Com base nos modelos de Lovric (2011), Pires (2012), Bertella et. al (2014), Gallo (2016), considera-se que os agentes fundamentalistas formam expectativas a partir do valor

futuro da ação através do modelo de fluxo de dividendos futuros descontados (modelo de Gordon). Esta estratégia de negociação prevê o valor futuro do ativo baseando-se no dividendo pago pela ação sobre seu valor fundamental, e a observação do valor do dividendo pago atualmente sugere ao agente uma taxa de crescimento constante até atingir a expectativa suficiente para venda. (PIRES, 2012). Desta forma, os agentes fundamentalistas formarão suas expectativas pelas seguintes fórmulas:

i) Dividendos Futuros:

(28)

$$E(d_{t+1}) = d_t (1+g)$$

Onde:

g: é a taxa de crescimento esperada do dividendo.

ii) Preço Futuro:

(29)

$$E(p_{t+1}) = \frac{d_t(1+g)}{k-g}$$

Onde:

k : é o fator de desconto da taxa esperada de retorno que o mercado exige pela ação;

g: é a taxa de crescimento esperada do dividendo.

As equações determinam o valor de  $E_{i,t} = (p_{t+1} + d_{t+1})$  que terá função na definição da quantidade ótima de ações para cada agente i em cada período de tempo. (PIRES, 2012)

### 5.5.2 Formação de expectativas dos agentes grafistas

Os agentes grafistas formarão suas expectativas somente com relação ao preço, não fazem estimativas quanto aos dividendos e também não se referenciam pelo valor fundamental das ações. Os grafistas comparam a expectativa de preços no período t com os preços efetivos no período t: se o preço efetivo em t é maior do que o preço esperado em t,

considera-se que o resultado foi positivo (o grau de confiança na sua capacidade de previsão aumenta), e se o preço efetivo em  $t$  for menor do que o preço esperado em  $t$ , o resultado é considerado erro de expectativa, causando uma queda no grau de confiança da sua capacidade de previsão. A análise técnica utiliza os dados sobre o volume, além do histórico de preço, para direcionar a estratégia de negociação. (BODIE; KANE; MARCUS, 2010). A ancoragem dos agentes grafistas é realizada sobre os indicadores já apresentados: Máximo e Mínimo, Média Móvel Simples e Média Móvel Exponencial. Desta forma, os agentes grafistas formarão suas expectativas pelas seguintes fórmulas:

i) Preço Futuro:

Expectativa de preço futuro quando da utilização de preço máximo:

(30.a)

$$E_{(p_{t+1})} = \text{Máx}(P_t + P_{t-1} + \dots + P_{t-n})$$

Onde  $n=10$  : para 10 períodos

Onde  $n=20$  : para 20 períodos

Onde  $n=30$  : para 30 períodos

Expectativa de preço futuro quando da utilização de preço mínimo:

(30.b)

$$E_{(p_{t+1})} = \text{Mín}(P_t + P_{t-1} + \dots + P_{t-n})$$

Onde  $n=10$  : para 10 períodos

Onde  $n=20$  : para 20 períodos

Onde  $n=30$  : para 30 períodos

Expectativa de preço futuro quando da utilização de média móvel simples:

(30.c)

$$E_{(p_{t+1})} = \frac{(P_t + P_{t-1} + \dots + P_{t-n})}{n}$$

Onde:

n = 10 : para 10 períodos

n = 20 : para 20 períodos

n = 30 : para 30 períodos

Expectativa de preço futuro quando da utilização de média móvel exponencial:

(30.d)

$$E_{(p_{t+1})} = \text{SPmme}_{t-1} + \frac{2}{(n+1)} (P_t - \text{SPmme}_{t-1})$$

Onde:

SPmme: preço de média móvel exponencial

As regras de previsão, portanto, são diferenciadas de acordo com os indicadores já descritos.

## 6 RESULTADOS

Inicialmente segue tabela que apresenta a distribuição dos valores aos parâmetros do modelo utilizado na pesquisa.

TABELA 1 - ATRIBUIÇÃO DE VALORES AOS PARÂMETROS GERAIS

PARÂMETROS	VALORES
Número de Agentes	225
$\bar{d}$	4
$d_{t-1}$	4
$\rho$	0,95
média $\varepsilon_t$	0
var $\varepsilon_t$	0,03
$p_{t-1}$	20
$r$	0,02
$\beta$	4500
$\lambda$	0,5
$W_{t-1,i}$	100
$E_{i,t-1}(p_{t+1} + d_{t+1})$	22
$\sigma_{t-1,p+d}^2$	4
$x_{i,t-1}$	1
$g$	0,015
$k$	0,25
$\Theta$	0,01
$oc_{i,t-1}$	1
$\bar{a}$	0,95
$\bar{b}$	1,05

FONTE: Elaborado pela autora (2018) para programação do modelo computacional

Nesta pesquisa são apresentados três cenários de simulação, com cinco situações diferentes (como já apontado, o Cenário 2 e o Cenário 3 são divididos em duas situações diferentes, 2a, 2b, e 3a, 3b).

## 6.1 CENÁRIO 1

No Cenário 1 todos os 225 agentes são fundamentalistas e não utilizam os preços passados disponíveis no mercado de capitais em suas previsões, as quais são calculadas em expectativas racionais dos valores dos dividendos. Assim, a homogeneidade dos agentes é uma característica do mercado, sendo que todos utilizam a mesma regra de formação de expectativas. A negociação de ativos entre os agentes homogêneos é nula, pois há oferta e demanda de ativos simultaneamente. (PIRES, 2012). A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva do cenário 1 e a Tabela 3 refere-se aos testes de distribuição empírica.

TABELA 2 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1

VARIÁVEIS	N	Mínimo	Máximo	Amplitude	Mediana	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera	Probabilidade
Dividendos	5000	3,684902	4,298816	0,613914	3,996459	3,995711	0,094996	0,041988	2,871834	4,892359	0,086624
DlnStockPrice	5000	-0,027921	0,014187	0,042108	0,000	0,000	0,003342	-0,170159	4,151905	300,5629	0,000000
StockPrice	5000	0,1728	0,228	0,055051	0,2046	0,2046	0,0054	0,000	3,208631	9,068136	0,010737
Demanda	5000	11,01254	226,2105	215,19796	117,1083	116,8137	33,6970	0,114623	2,860741	14,988850	0,000556

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

TABELA 3 – TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA– AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1

Método/ Variáveis	Dividendo			DlnStockPrice			StockPrice			Demanda		
	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade
Lilliefors (D)	0,014017	NA	0,0257	0,009934	NA	> 0,1	0,011622	NA	> 0,1	0,017258	NA	0,0017
Cramer-von Mises (W2)	0,137781	0,137795	0,0346	0,098274	0,098284	0,1188	0,081416	0,081425	0,1986	0,273816	0,273843	0,0007
Watson (U2)	0,128904	0,128917	0,0328	0,088077	0,088086	0,136	0,076833	0,076841	0,1962	0,222519	0,222541	0,0015
Anderson-Darling (A2)	1,001636	1,001786	0,0122	0,689093	0,689196	0,0719	0,548079	0,548162	0,1584	1,865348	1,865628	0,0001

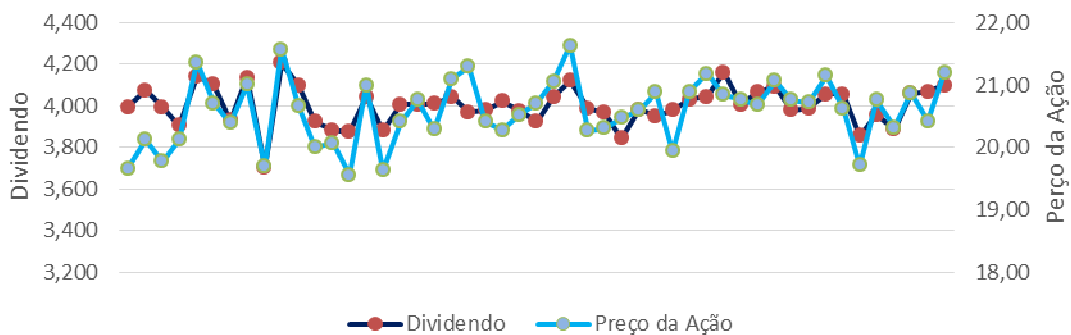
FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

- **Dividendo:** os p-valores são superiores a 1%, logo, a 99% de confiança, não rejeita-se a hipótese nula de normalidade. O teste Jarque-Bera também não rejeita  $H_0$ , que tem como hipótese nula a normalidade, pois o p-valor é maior que 5%.
- **DlnStockPrice:** os p-valores são superiores a 5%, logo, a 95% de confiança, não rejeita-se a hipótese nula de normalidade. Entretanto, a normalidade é rejeitada pelo teste Jarque-Bera, que rejeita  $H_0$  (hipótese nula) pois o p-valor é menor que 5%. Ou seja, este teste contradiz os resultados do *Empirical Distribution Test*.

- **StockPrice:** a 99% de confiança, a distribuição é normal pelo teste Jarque-Bera. Os demais testes confirmam a hipótese nula de normalidade.
- **Demanda:** Pelo teste Jarque-Bera, assim como pelos demais, rejeita-se a hipótese nula de normalidade.

As evoluções do dividendo e do preço da ação são apresentadas no Gráfico 5.

GRÁFICO 5 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1



FONTE: Elaborado pela autora (2018) em Excel com dados da simulação LSD.

No Quadro 6 é apresentada a matriz de correlação entre a evolução do dividendo e preço da ação, e na Tabela 4 a análise de covariância.

QUADRO 6 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (V0) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 1

	V0	V3
V0	1.000000	0.708
V3	0.708	1.000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Conforme Quadro 6, a matriz de correlação entre dividendos (V0) e preço da ação (V3) é de 0,708. Assim, verifica-se que os dividendos e o preço da ação possuem uma relação estável de longo prazo, conforme previsto pela Hipótese dos Mercados Eficientes pois, ao serem variáveis estacionárias em nível e seguirem uma distribuição normal, pode inferir-se que a correlação é alta e significativa.

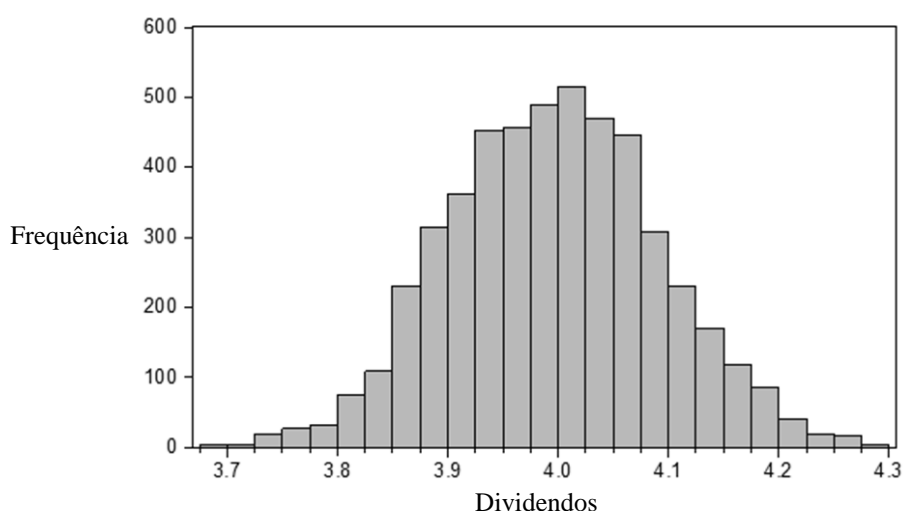
TABELA 4 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1

Correlation	V0	V3
V0	1.000000	
V3	0.707819	1.000000
t-Statistic	V0	V3
V0	-----	
V3	70.83915	-----
Probability	V0	V3
V0	-----	
V3	0.0000	-----

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Na Tabela 4 verifica-se que, ao nível de significância estatística de 1%, rejeita-se a hipótese nula de ausência de correlação linear entre o comportamento do dividendo e o comportamento do preço da ação em um mercado de capitais, caracterizado por agentes homogêneos com racionalidade ilimitada com expectativas racionais e presença de incerteza fraca ou probabilística. Dos Gráficos 6 a 9 apresentam-se os testes de normalidade para esse cenário.

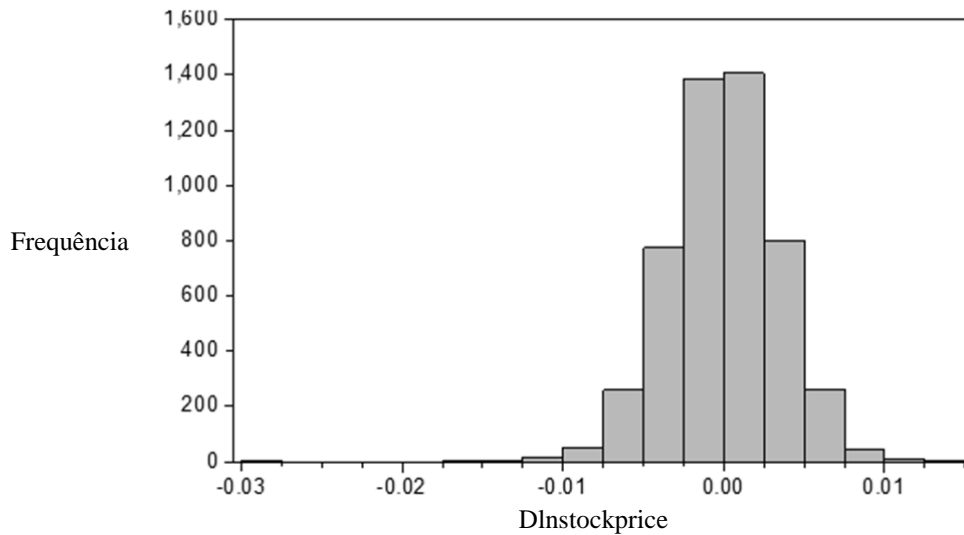
GRÁFICO 6 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DIVIDENDOS – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma percebe-se uma distribuição normal, confirmada pelo teste Jarque-Bera que não rejeita  $H_0$  (hipótese nula), pois o p-valor é maior que 5%.

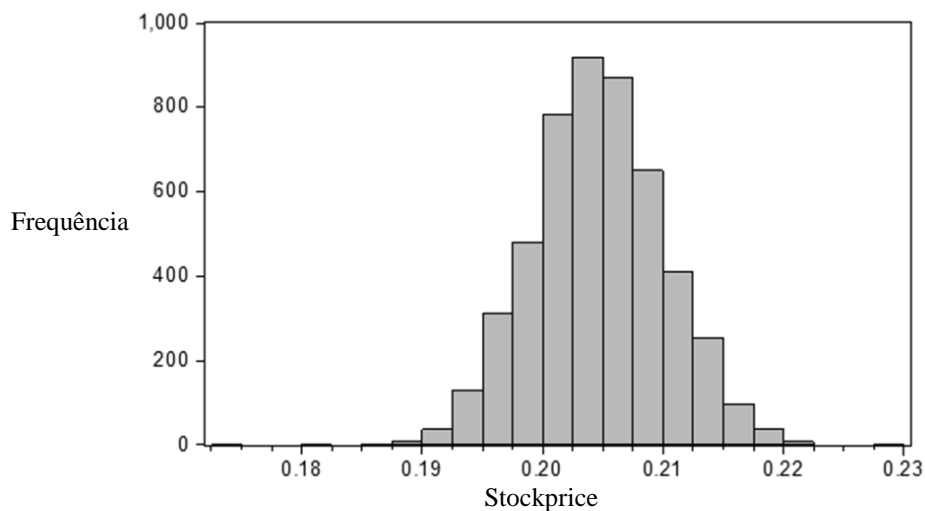
GRÁFICO 7 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1



Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

A normalidade é rejeitada pelo teste Jarque-Bera, pois o p-valor é menor que 5%. Entretanto, os demais resultados do *Empirical Distribution Test* contradizem o JB.

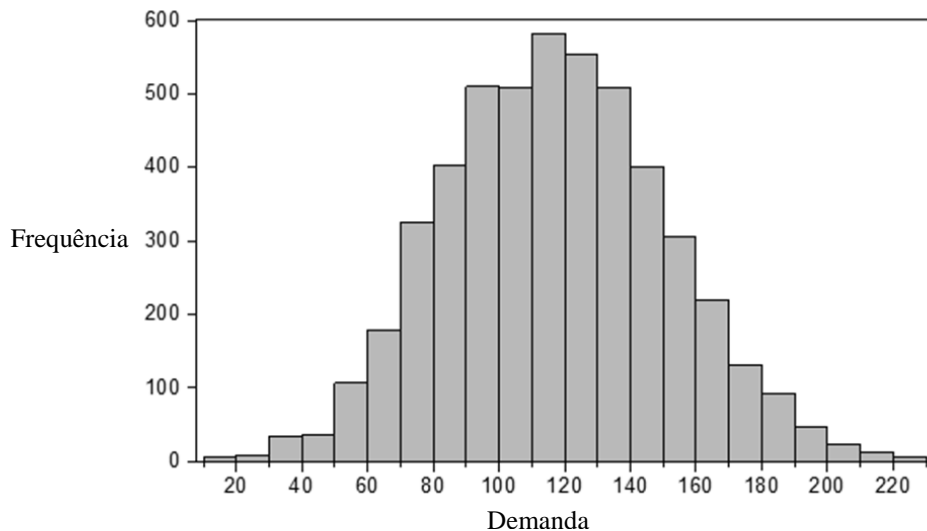
GRÁFICO 8 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1



Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma percebe-se uma distribuição normal; isso é confirmado pelo teste Jarque-Bera, que não rejeita  $H_0$  (hipótese nula) pois o p-valor é maior que 5%. Os demais testes também confirmam a hipótese nula de normalidade.

GRÁFICO 9 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 100% FUNDAMENTALISTAS NO CENÁRIO 1



Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma verifica-se que a distribuição não é normal; a normalidade é rejeitada pelo teste Jarque-Bera, assim como pelos resultados do *Empirical Distribution Test*.

Com base nos modelos de Arthur et. al (1997), LeBaron et. al (1999), Pires (2012), Bertella et. al (2014), Gallo (2016), Bertella et. al (2017), o dividendo é determinado por um processo estocástico exógeno. Como resultado verifica-se que – quando todos os agentes são homogêneos quanto ao processo de formação de expectativas e baseiam-se no valor fundamental do ativo negociado – a hipótese dos Mercados Eficientes é confirmada. Proposta por Fama (1970), esta hipótese define um mercado como eficiente quando este reflete imediatamente no preço dos ativos todas as informações disponíveis aos compradores e vendedores, o que impossibilitaria vantagens individuais por períodos extensos ou ganhos anormais. Mesmo quando o preço passa a se afastar do valor fundamental, operações de arbitragem promoveriam o retorno ao valor esperado.

Salienta-se que o uso do retorno nos *logs* das ações também é utilizado na literatura empírica de finanças para verificar os fatos estilizados do mercado de ações. (VAL; PINTO; KLOTZLE, 2014). A Hipótese dos Mercados Eficientes prevê um mercado cujos preços refletirão as informações disponíveis e, em seu comportamento, um *random walk*, ou “passeio

aleatório”, no qual não há possibilidade dos agentes criarem mecanismos para obtenção de lucros anormais em períodos de tempo predeterminados; esse primeiro cenário valida essa hipótese, pois os preços representam fielmente o valor dos ativos, com mudanças independentes e lineares, e correlação igual a zero. (FORTI; PEIXOTO; SANTIAGO, 2009).

## 6.2 CENÁRIO 2 (SITUAÇÕES 2a e 2b)

No Cenário 2 são incluídos os agentes grafistas. Há interação entre agentes fundamentalistas e grafistas e, como resultado, percebe-se maiores oscilações dos preços da ação. Os agentes fundamentalistas apresentam expectativas racionais ilimitadas. Os grafistas, ou investidores com racionalidade limitada, formulam suas expectativas de preços da seguinte forma:

- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 10 períodos;
- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 20 períodos;
- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 30 períodos.
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 10 períodos;
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 20 períodos;
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 30 períodos.
- agentes grafistas com média móvel simples de 10 períodos.
- agentes grafistas com média exponencial de 10 períodos.

### 6.2.1 Cenário 2 Situação a

No Cenário 2a são incluídos os agentes grafistas, constituindo um grupo de agentes heterogêneos, dividido em 113 fundamentalistas e 112 grafistas com 8 tipos diferentes de memórias ( $225-113=112$ ;  $112/8=14$  agentes grafistas de cada tipo).

A Tabela 5 apresenta a estatística descritiva do cenário, e a Tabela 6 refere-se aos testes de distribuição empírica.

TABELA 5– ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a

VARIÁVEIS	N	Mínimo	Máximo	Amplitude	Mediana	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera	Probabilidade
Dividendos	5000	3,684902	4,298816	0,613914	3,996459	3,995711	0,094996	0,041988	2,871834	4,892359	0,086624
DlnStockPrice	5000	-0,025767	0,011589	0,037356	0,000	0,000	0,002131	-0,562974	9,262501	8434,726	0,000000
StockPrice	5000	0,1749	0,2243	0,049432	0,206	0,206	0,0049	-0,043846	3,387343	32,859270	0,000000
Demanda	5000	5,48023	203,1022	197,621966	78,4845	78,8833	24,9059	0,337031	3,454244	137,6451	0,000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

TABELA 6 – TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA– AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a

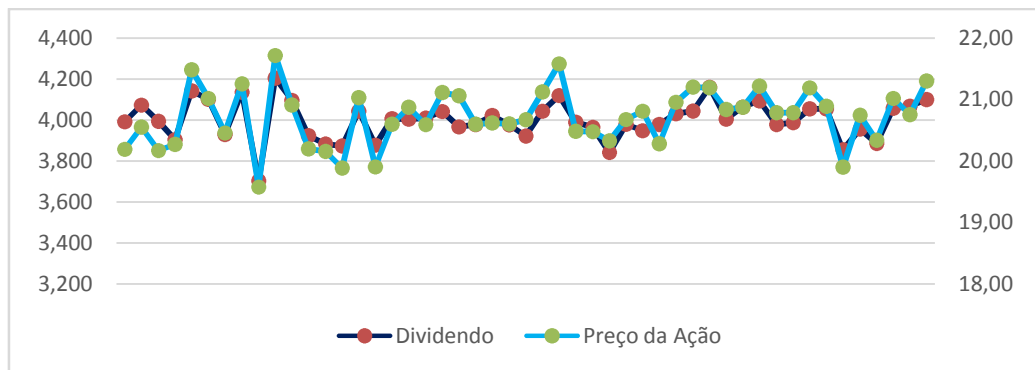
Método/ Variáveis	Dividendo			DlnStockPrice			StockPrice			Demanda		
	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade
Lilliefors (D)	0,014017	NA	0,0257	0,01854	NA	0,0005	0,010508	NA	> 0,1	0,019679	NA	0,0001
Cramer-von Mises (W2)	0,137781	0,137795	0,0346	0,424353	0,424396	0,0000	0,076938	0,076946	0,2271	0,631226	0,631289	0,0000
Watson (U2)	0,128904	0,128917	0,0328	0,400000	0,400041	0,0000	0,072126	0,072133	0,2286	0,415921	0,415963	0,0000
Anderson-Darling (A2)	1,001636	1,001786	0,0122	2,958373	2,958817	0,0000	0,571257	0,571342	0,1384	4,626977	4,627672	0,0000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

- **DlnStockPrice:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade. Assim como, a 1% de significância, rejeitou-se também a hipótese nula de normalidade nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram menores que 1%. Pode-se constatar que a distribuição se tornou mais leptocúrtica, com coeficiente de curtose positivo.
- **StockPrice:** Pelo teste Jarque-Bera, a distribuição não é normal. A 1% de significância, não rejeitou-se a hipótese nula de normalidade nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram maiores que 1%. Ou seja, estes testes concluem o oposto do que o teste Jarque-Bera concluiu.
- **Demanda:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade. Assim como nos testes testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram menores que 1%.

As evoluções do dividendo e do preço da ação são apresentadas no Gráfico 10. No quadro 7 apresenta-se a matriz de correlação entre essas duas variáveis, e na Tabela 7, a análise de covariância.

GRÁFICO 10–EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) em Excel com dados da simulação LSD.

QUADRO 7 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (V0) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 2a

	V0	V3
V0	1.000000	0.857454
V3	0.857454	1.000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Conforme quadro 7, a matriz de correlação entre dividendos (V0) e preço da ação (V3) é de 0,857454, uma correlação alta. A variável preço da ação não segue um distribuição normal.

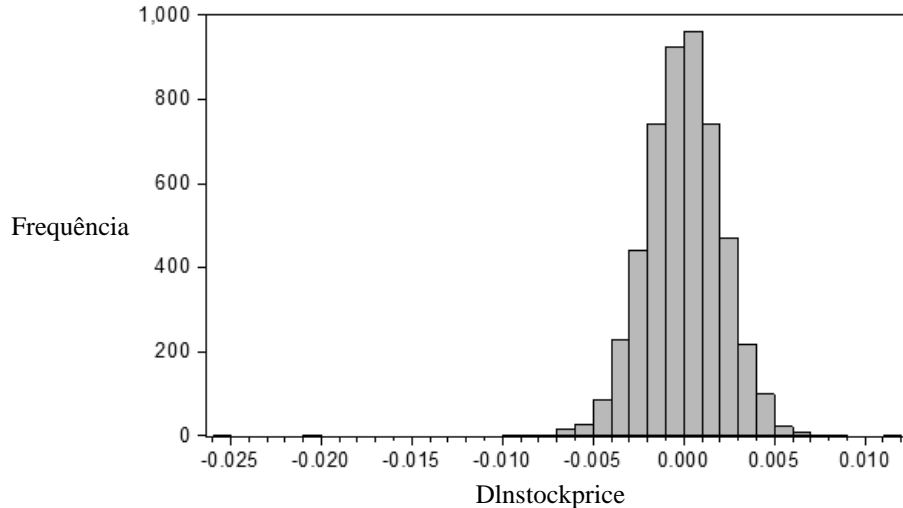
TABELA 7 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a

Correlation	V0	V3
V0	1.000000	
V3	0.857454	1.000000
t-Statistic	V0	V3
V0	-----	
V3	117.8071	-----
Probability	V0	V3
V0	-----	
V3	0.0000	-----

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Na Tabela 7 verifica-se que, ao nível de significância estatística de 1%, rejeita-se a hipótese nula de normalidade. Dos Gráficos 11 a 13 apresentam-se os testes de normalidade.

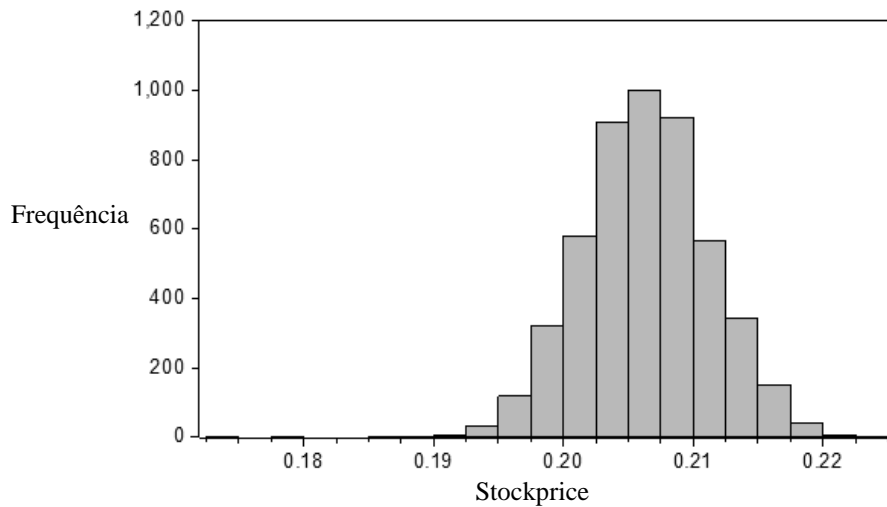
GRÁFICO 11 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma verifica-se que a distribuição não é normal; a 1% de significância, pelo teste Jarque-Bera, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, assim como nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling. A distribuição se tornou mais leptocúrtica.

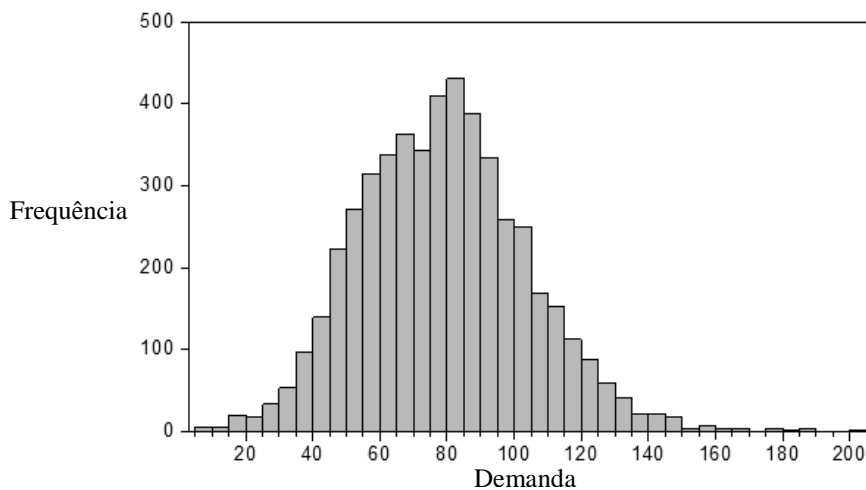
GRÁFICO 12 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo teste Jarque-Bera, a distribuição não é normal. Entretanto, os demais resultados do *Empirical Distribution Test* contradizem o JB.

GRÁFICO 13 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 2a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma verifica-se que a distribuição não é normal; a normalidade é rejeitada pelo teste Jarque-Bera, assim como pelos resultados do *Empirical Distribution Test*. O cenário demonstra que o aumento da heterogeneidade está associado à emergência de retornos de ações leptocúrticas.

### 6.2.2 Cenário 2 Situação b

No Cenário 2b há 225 agentes, 25 fundamentalistas e 200 grafistas. Para o Cenário 2b a Tabela 8 apresenta estatística descritiva, e a Tabela 9 apresenta os testes de distribuição empírica.

TABELA 8 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b

VARIÁVEIS	N	Mínimo	Máximo	Amplitude	Mediana	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera	Probabilidade
Dividendos	5000	3,684902	4,298816	0,613914	3,996459	3,995711	0,094996	0,041988	2,871834	4,892359	0,086624
DlnStockPrice	5000	-0,032706	0,011989	0,044695	0,000014	-0,000010	0,000918	-12,873360	465,842900	44768002	0,000000
StockPrice	5000	0,1678	0,224	0,056638	0,2091	0,2091	0,0049	-0,157747	4,287323	365,987100	0,000000
Demanda	5000	-25,22172	203,1022	228,323920	18,0057	19,0003	13,8755	6,414759	69,709250	961400,2	0,000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

TABELA 9 – TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b

Método/ Variáveis	Dividendo			DlnStockPrice			StockPrice			Demanda		
	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade
Lilliefors (D)	0,014017	NA	0,0257	0,120738	NA	0,0000	0,009922	NA	> 0,1	0,126926	NA	0,0000
Cramer-von Mises (W2)	0,137781	0,137795	0,0346	34,45992	34,46336	0,0000	0,073321	0,073329	0,2531	33,01066	33,01396	0,0000
Watson (U2)	0,128904	0,128917	0,0328	34,37140	34,37483	0,0000	0,072221	0,072228	0,2279	31,0397	31,0428	0,0000
Anderson-Darling (A2)	1,001636	1,001786	0,0122	226,4889	226,5229	0,0000	0,681993	0,682096	0,0749	303,4932	303,5388	0,0000

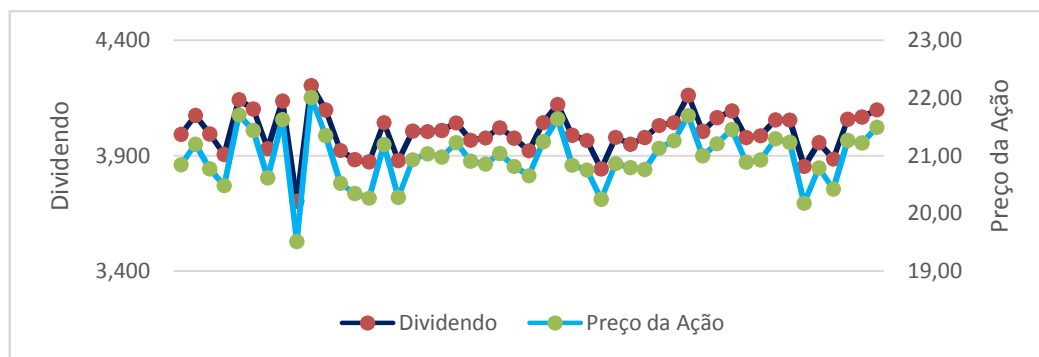
FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

- DlnStockPrice:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade. Nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, também a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, pois todos os p-valores foram menores que 1%. Pode-se constatar que a distribuição se tornou mais leptocúrtica. Quando o coeficiente de curtose é negativo, temos uma distribuição achatada, platicúrtica. Ao mesmo tempo, nota-se que o desvio padrão diminuiu drasticamente.
- StockPrice:** Pelo teste Jarque-Bera a distribuição não é normal. A 1% de significância, não rejeitou-se a hipótese nula de normalidade nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram maiores que 1%. Ou seja, estes testes concluem o oposto do que o teste Jarque-Bera concluiu.

- **Demanda:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade. Assim como nos testes testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram menores que 1%.

As evoluções do dividendo e do preço da ação são apresentadas no Gráfico 14. No Quadro 8 é apresentada a matriz de correlação entre essas duas variáveis e, na Tabela 10, a análise de covariância.

GRÁFICO 14 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) em Excel com dados da simulação LSD.

QUADRO 8 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (V0) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 2b

	V0	V3
V0	1.000000	0.968862
V3	0.968862	1.000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Conforme o Quadro 8, a matriz de correlação entre dividendos (V0) e preço da ação (V3) é de 0,968862, uma correlação alta. A variável preço da ação não segue um distribuição normal; apesar da correlação ser elevada não há possibilidade de inferir que o grau de correlação entre o preço da ação e o dividendo é significativo.

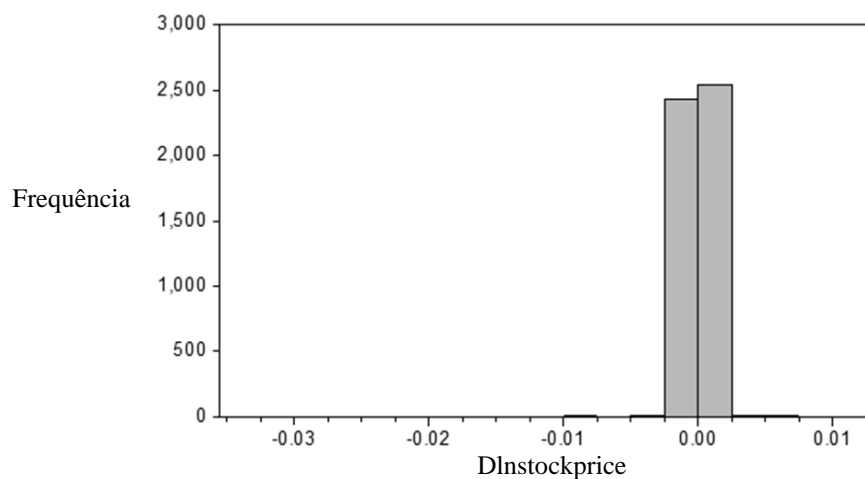
TABELA 10 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b

Correlation	V0	V3
V0	1.000000	
V3	0.968862	1.000000
t-Statistic	V0	V3
V0	-----	
V3	276.6354	-----
Probability	V0	V3
V0	-----	
V3	0.0000	-----

Fonte: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Na Tabela 10, com t calculado de 276,6354 e p-valor de 0,00000, rejeita-se a hipótese nula de normalidade com 99% de significância. Os gráficos de 15 a 17 apresentam os testes de normalidade para esse cenário.

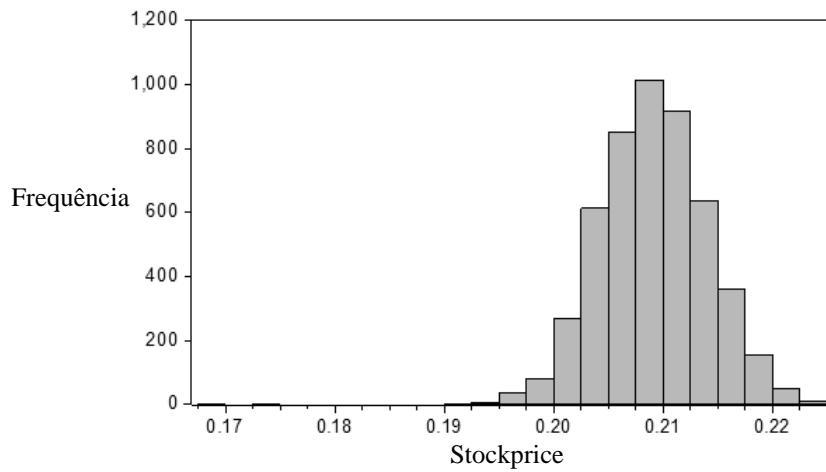
GRÁFICO 15 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma verifica-se que a distribuição não é normal; a 1% de significância pelo teste Jarque-Bera rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, assim como nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling. A distribuição se tornou mais leptocúrtica.

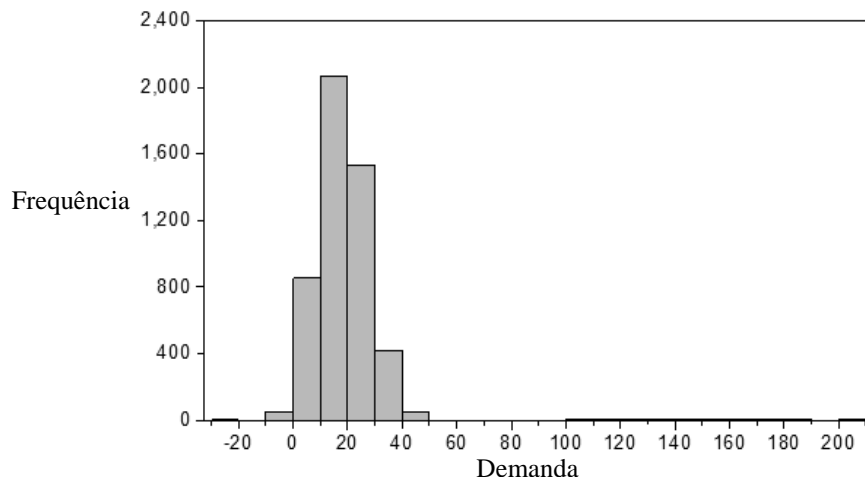
GRÁFICO 16 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo teste Jarque-Bera, a distribuição não é normal. Entretanto, os demais resultados do *Empirical Distribution Test* contradizem o JB.

GRÁFICO 17 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 2b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma percebe-se que a distribuição não é normal; a normalidade é rejeitada pelo teste Jarque-Bera, assim como pelos resultados do *Empirical Distribution Test*. Neste cenário, verifica-se que o aumento da heterogeneidade está associado à emergência de retornos de ações leptocúrticas.

### 6.3 CENÁRIO 3 (SITUAÇÕES 3a E 3b)

No cenário 3 também há heterogeneidade. Porém, nesse cenário, existe viés de atribuição ou excesso de confiança, diferenciando-se do Cenário 2. Os agentes fundamentalistas apresentam expectativas racionais ilimitadas. Os grafistas, ou investidores com racionalidade limitada, formulam suas expectativas de preços da seguinte forma:

- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 10 períodos;
- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 20 períodos;
- agentes grafistas com a máxima de preços dos últimos 30 períodos.
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 10 períodos;
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 20 períodos;
- agentes grafistas com a mínima de preços dos últimos 30 períodos.
- agentes grafistas com média móvel simples de 10 períodos.
- agentes grafistas com média exponencial de 10 períodos.

Os grafistas comparam a expectativa de preços no período  $t$  com os preços efetivos no período  $t$  com duas avaliações possíveis: 1) se o preço efetivo em  $t$  é maior do que o preço esperado em  $t$ , então o agente considera que o resultado foi positivo (o grau de confiança na sua capacidade de previsão aumenta); 2) se o preço efetivo em  $t$  for menor do que o preço esperado em  $t$ , o resultado é considerado erro de expectativa, causando uma queda no grau de confiança da sua capacidade de previsão, como já citado anteriormente.

#### 6.3.1 Cenário 3 Situação a

No cenário 3a há heterogeneidade com viés de atribuição, e 225 agentes, sendo 113 fundamentalistas (50%) e 112 grafistas (50%) que possuem 8 tipos diferentes de memórias ( $225-113=112$ ;  $112/8=14$  agentes grafistas de cada tipo). A Tabela 11 apresenta a estatística descritiva do cenário e a Tabela 12 refere-se aos testes de distribuição empírica.

TABELA 11 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a

VARIÁVEIS	N	Mínimo	Máximo	Amplitude	Mediana	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera	Probabilidade
Dividendos	5000	3,684902	4,298816	0,613914	3,996459	3,995711	0,094996	0,041988	2,871834	4,892359	0,086624
DlnStockPrice	5000	-0,142353	0,141570	0,283923	-0,000734	0,000001	0,116508	-0,000133	1,140101	720,672000	0,000000
StockPrice	5000	0,061130	0,383426	0,322296	0,202936	0,215638	0,129102	0,029817	1,145861	716,95590	0,000000
Demanda	5000	-314,65420	385,4191	700,073300	88,953740	32,79444	263,4796	-0,021124	1,159577	706,02980	0,000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

TABELA 12– TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA– AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a

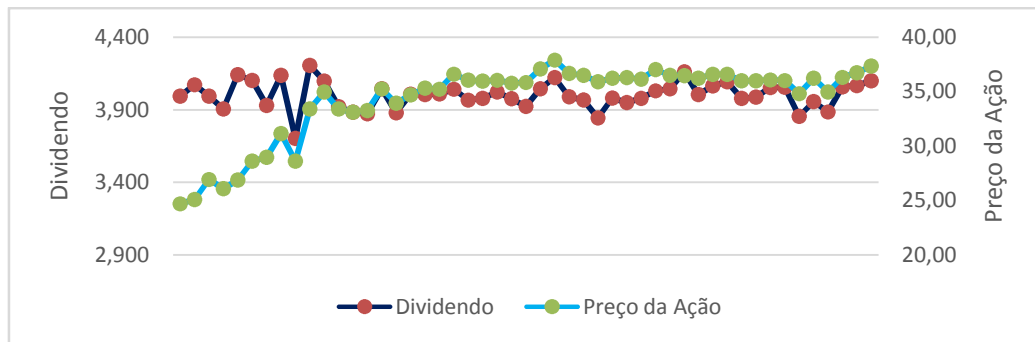
Método/ Variáveis	Dividendo			DlnStockPrice			StockPrice			Demanda		
	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade
Lilliefors (D)	0,014017	NA	0,0257	0,220299	NA	0,0000	0,224837	NA	0,0000	0,214315	NA	0,0000
Cramer-von Mises (W2)	0,137781	0,137795	0,0346	79,59262	79,60058	0,0000	77,8807	77,88849	0,0000	72,88078	72,88807	0,0000
Watson (U2)	0,128904	0,128917	0,0328	79,59262	79,60058	0,0000	77,87147	77,87926	0,0000	72,87647	72,88376	0,0000
Anderson-Darling (A2)	1,001636	1,001786	0,0122	502,8394	502,9149	0,0000	489,1748	489,2482	0,0000	449,9233	449,9908	0,0000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

- **DlnStockPrice:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, assim como nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram menores que 1%. Pode-se constatar que a distribuição se tornou menos leptocúrtica.
- **StockPrice:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade. Entretanto, nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, a 1% de significância, não rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, pois todos os p-valores foram maiores que 1%.
- **Demanda:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, assim como nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram menores que 1%.

As evoluções do dividendo e do preço da ação são apresentadas no Gráfico 18. No quadro 9 apresenta-se a matriz de correlação entre essas duas variáveis e, na Tabela 13, a análise de covariância.

GRÁFICO 18 – EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) em Excel com dados da simulação LSD.

QUADRO 9 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (V0) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 3a

	V0	V3
V0	1.000000	0.036686
V3	0.036686	1.000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Conforme Quadro 9, a matriz de correlação entre dividendos (V0) e preço da ação (V3) é de 0,036686, uma correlação baixa. A correlação entre o preço da ação e o dividendo é menor do que nos Cenários 1 e 2, e também não há possibilidade de verificar a sua significância estatística, já que o preço da ação não segue uma distribuição normal.

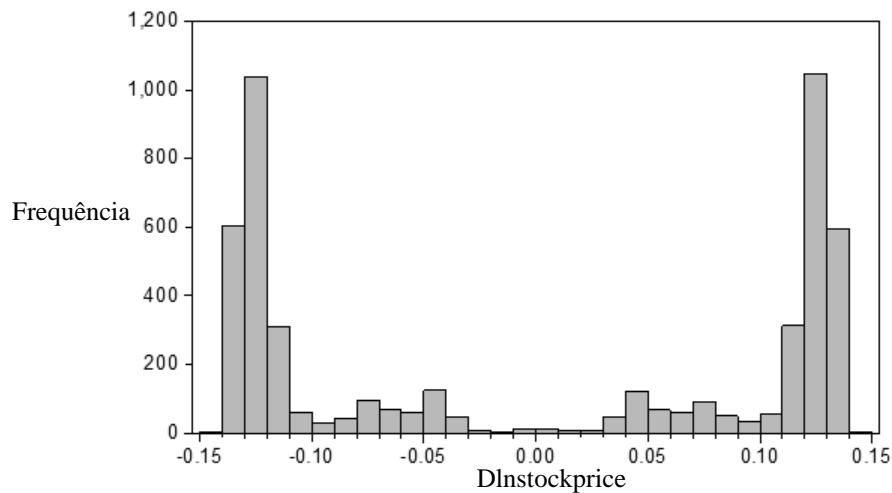
TABELA 13 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a

Correlation	V0	V3
V0	1.000000	
V3	0.037129	1.000000
t-Statistic	V0	V3
V0	-----	
V3	2.626734	-----
Probability	V0	V3
V0	-----	
V3	0.0086	-----

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Na Tabela 13, apresenta-se o teste t, com t calculado de 2,626734 e p-valor de 0,086. Ou seja, com 99% de significância, rejeita-se a hipótese nula de normalidade. Dos Gráficos 19 a 21 apresentam-se os testes de normalidade.

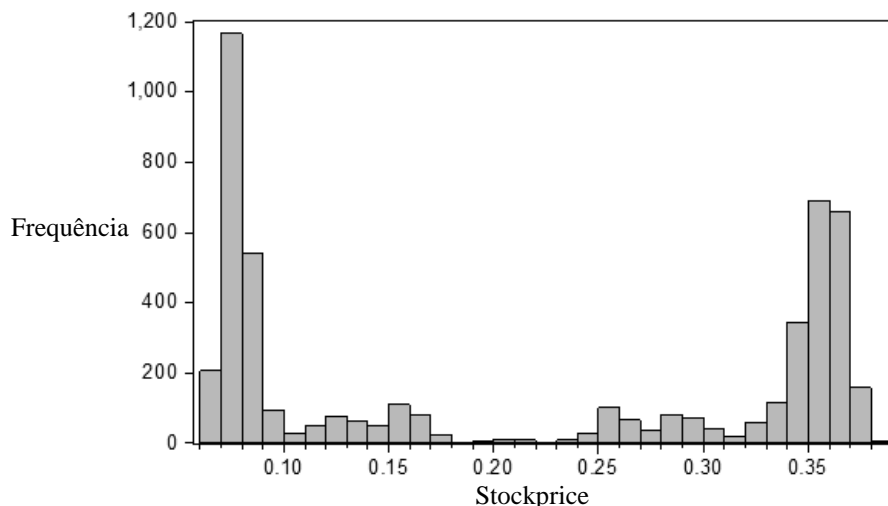
GRÁFICO 19 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

O histograma mostra que a distribuição é pouco concentrada em torno da média e sugere dois comportamentos padrões, um para valores negativos e outro para valores positivos. Esta forma atípica de distribuição dos dados fez com que o coeficiente de curtose calculado fosse positivo, mas ao mesmo tempo isso não implica, neste caso, uma distribuição leptocúrtica típica de alta concentração de dados em torno da média e caudas pesadas.

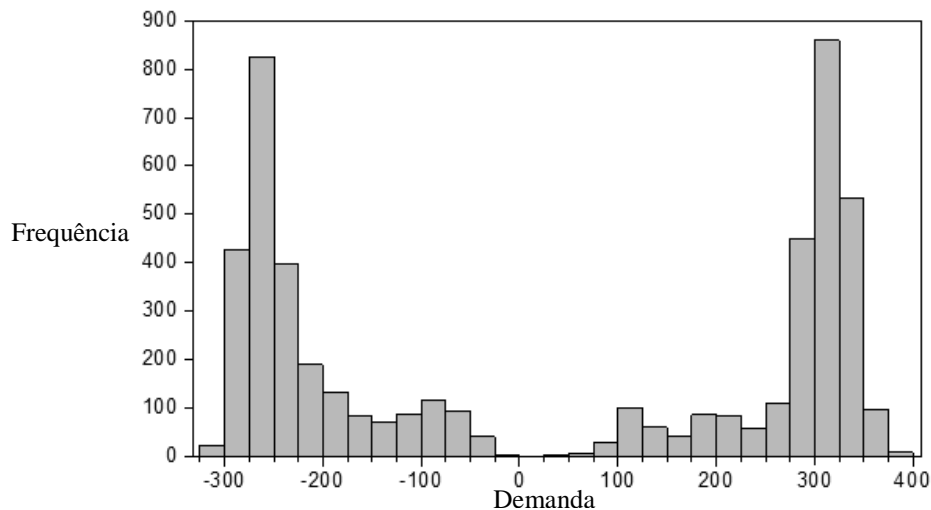
GRÁFICO 20 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

O histograma mostra que a distribuição é pouco concentrada em torno da média e sugere que existem dois comportamentos padrões, um para valores negativos e outro para valores positivos.

GRÁFICO 21 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 50% FUNDAMENTALISTAS E 50% GRAFISTAS NO CENÁRIO 3a



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma, verifica-se que a distribuição não é normal; a normalidade é rejeitada pelo teste Jarque-Bera, assim como pelos resultados do *Empirical Distribution Test*.

### 6.3.2 Cenário 3 Situação b

No Cenário 3b existem 225 agentes, 25 fundamentalistas e 200 grafistas. Para o Cenário 3b a Tabela 14 apresenta a estatística descritiva do cenário, a Tabela 15 refere-se aos testes de distribuição empírica.

TABELA 14 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b

VARIÁVEIS	N	Mínimo	Máximo	Amplitude	Mediana	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera	Probabilidade
Dividendos	5000	3,684902	4,298816	0,613914	3,996459	3,995711	0,094996	0,041988	2,871834	4,892359	0,086624
DlnStockPrice	5000	-0,253285	0,251863	0,505128	-0,000494	0,000008	0,105282	0,016383	2,526732	46,886810	0,000000
StockPrice	5000	-0,033514	0,530168	0,563682	0,209947	0,216500	0,117309	0,247688	2,574196	88,89742	0,000000
Demanda	5000	-608,57170	531,1206	1139,692300	-2,369478	-13,16815	238,9005	-0,105474	2,510928	59,10232	0,000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

TABELA 15 – TESTES DE DISTRIBUIÇÃO EMPÍRICA– AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b

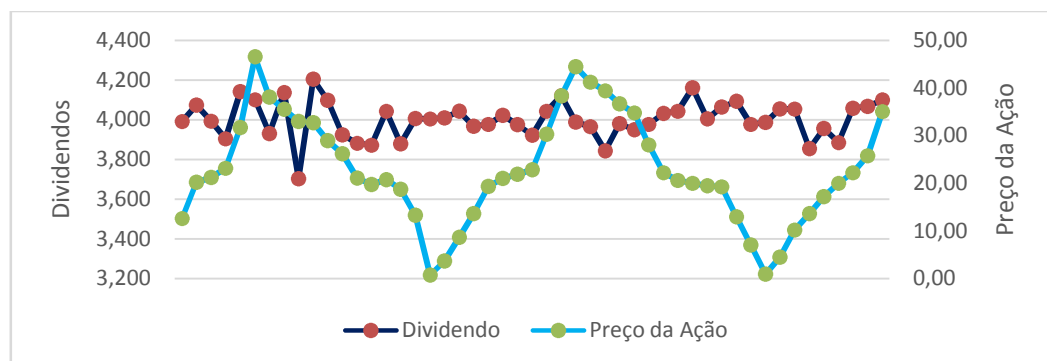
Método/ Variáveis	Dividendo			DlnStockPrice			StockPrice			Demanda		
	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade	Value	Adj.Value	Probabilidade
Lilliefors (D)	0,014017	NA	0,0257	0,08641	NA	0,0000	0,103700	NA	0,0000	0,082789	NA	0,0000
Cramer-von Mises (W2)	0,137781	0,137795	0,0346	9,859546	9,860532	0,0000	10,73069	10,73176	0,0000	9,950268	9,951263	0,0000
Watson (U2)	0,128904	0,128917	0,0328	9,857628	9,858614	0,0000	10,40086	10,4019	0,0000	9,892361	9,893351	0,0000
Anderson-Darling (A2)	1,001636	1,001786	0,0122	52,84811	52,85604	0,0000	58,10783	58,11656	0,0000	53,58528	53,59332	0,0000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD.

- **DlnStockPrice:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, assim como nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram menores que 1%. Nota-se que o desvio padrão reduziu-se drasticamente.
- **StockPrice:** Segundo teste Jarque-bera a distribuição não é normal. Nos demais testes também rejeita-se a hipótese de normalidade.
- **Demanda:** Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade. A 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade da distribuição nos testes Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson e Anderson-Darling, pois todos os p-valores foram menores que 1%.

As evoluções do dividendo e do preço da ação são apresentadas no Gráfico 22. No quadro 10 apresenta-se a matriz de correlação entre essas duas variáveis e, na Tabela 16, a análise de covariância.

GRÁFICO 22– EVOLUÇÃO DO DIVIDENDO E EVOLUÇÃO DO PREÇO DA AÇÃO – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) em Excel com dados da simulação LSD.

QUADRO 10 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DIVIDENDOS (V0) E PREÇO DA AÇÃO (V3) NO CENÁRIO 3b

	V0	V3
V0	1.00000	0.0371294441
V3	0.0371294441	1.000000

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Conforme o Quadro 10, a matriz de correlação entre dividendos (V0) e preço da ação (V3), é 0,037, uma correlação baixa. Assim como no Cenário 3 Situação a, verifica-se que a correlação entre o preço da ação e o dividendo é menor do que nos Cenários 1 e 2.

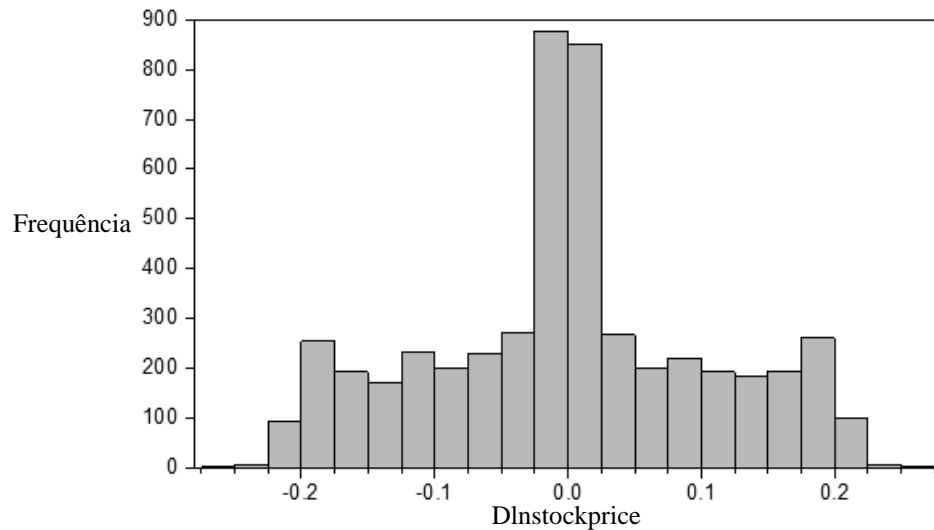
TABELA 16 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ORDINÁRIA – AMOSTRA BALANCEADA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b

Correlation	V0	V3
V0	1.000000	
V3	0.036686	1.000000
t-Statistic	V0	V3
V0	-----	
V3	2.595354	-----
Probability	V0	V3
V0	-----	
V3	0.0095	-----

FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando Eviews versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Na tabela 16, apresenta-se o teste t, com t calculado de 2.595354 e p-valor de 0,095. Ou seja, com 99% de significância rejeita-se a hipótese nula de normalidade. Dos gráficos 23 a 25, apresentam-se os testes de normalidade:

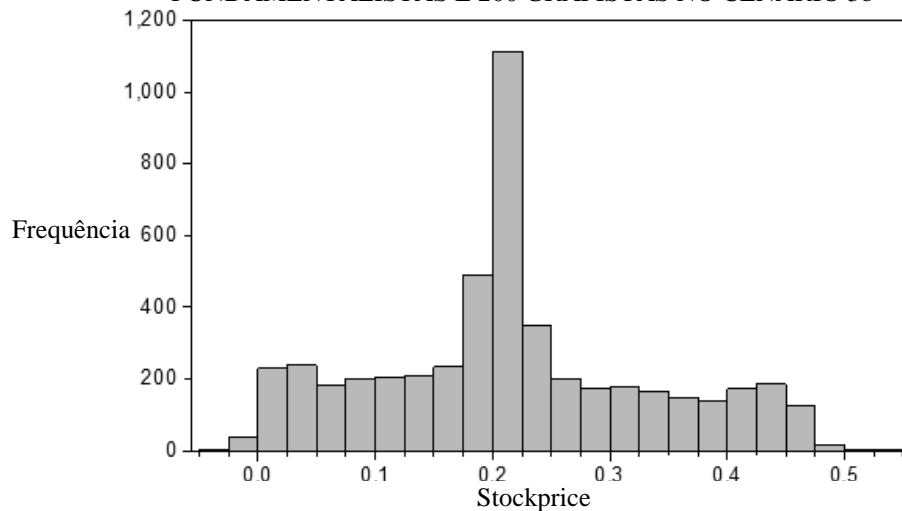
GRÁFICO 23 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DLNSTOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma constata-se que a distribuição se tornou mais leptocúrtica e com caudas pesadas, com coeficiente de curtose positivo.

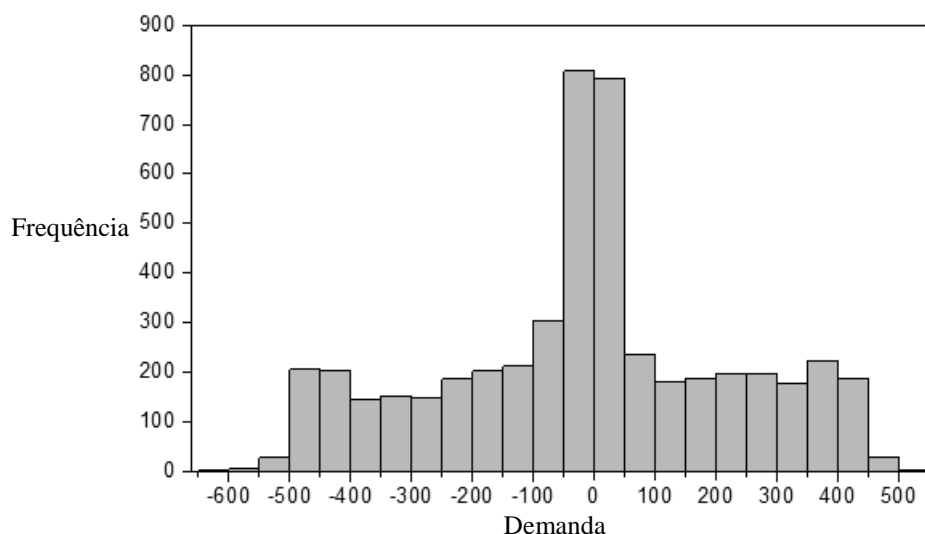
GRÁFICO 24 – TESTE DE NORMALIDADE PARA STOCKPRICE – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

O histograma mostra que a distribuição é pouco concentrada em torno da média e sugere que existem dois comportamentos padrões, um para valores negativos e outro para valores positivos.

GRÁFICO 25 – TESTE DE NORMALIDADE PARA DEMANDA – AGENTES 25 FUNDAMENTALISTAS E 200 GRAFISTAS NO CENÁRIO 3b



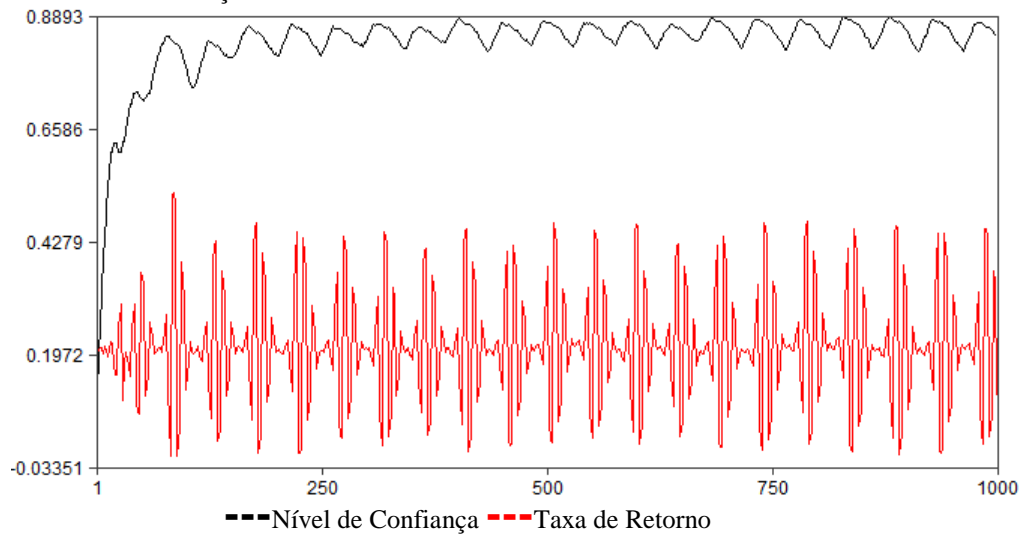
FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando *Eviews* versão 7.0 e resultados da simulação LSD

Pelo histograma, verifica-se que a distribuição não é normal; a normalidade é rejeitada pelo teste Jarque-Bera, assim como pelos resultados do *Empirical Distribution Test*.

Neste cenário, fica evidente que a presença de agentes heterogêneos com excesso de confiança é uma das possíveis causas da emergência de retornos de ações com distribuições de caudas pesadas e leptocúrticas.

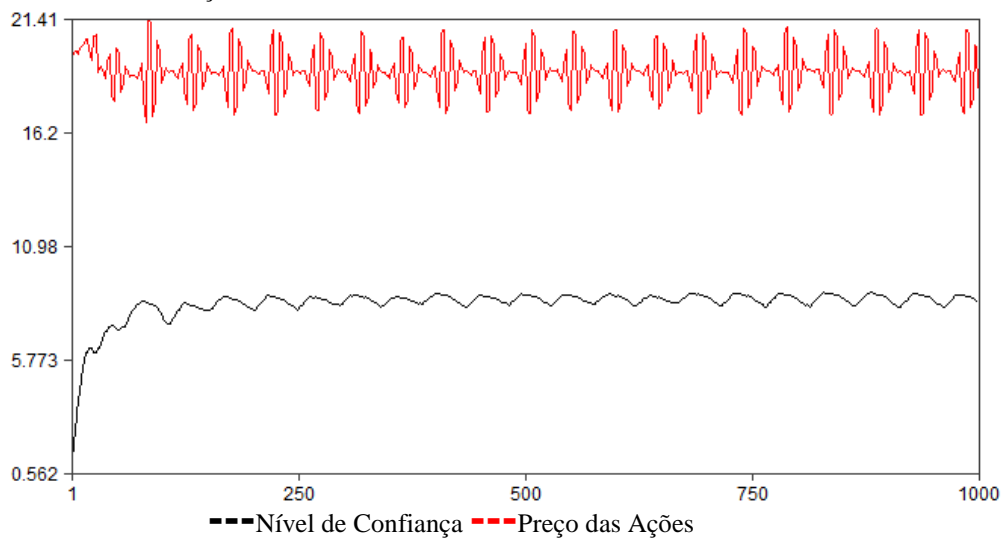
Como pode ser observado nos resultados, a heterogeneidade de agentes fundamentalistas e grafistas – em combinação com o excesso de confiança de agentes grafistas ou técnicos – causa o excesso de demanda e oferta de ações, consistente com observações empíricas. O excesso de confiança implica em altos volumes de negociação, e por isso explica a relação positiva entre volume e retorno no mercado de ações. Uma vez que os investidores adquirem confiança em suas próprias habilidades, retornos positivos são associados a aumentos no volume de operações (GRIFFIN et al., 2007). A partir dos histogramas acima, verifica-se que a distribuição dos retornos é leptocúrtica, e apresenta *fat tail*. As caudas grossas dos retornos concordam com o trabalho de Nascimento Jr. et. al (2007), que explica seu surgimento em função da correlação volatilidade. Os Gráficos 26 e 27 apresentam as relações entre o nível de confiança e as taxas de retorno e preço das ações.

GRÁFICO 26 – NÍVEL DE CONFIANÇA MÉDIO E TAXA DE RETORNO – GRAFISTAS COM VIÉS DE ATRIBUIÇÃO NO CENÁRIO 3b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando resultados da simulação LSD

GRÁFICO 27 – NÍVEL DE CONFIANÇA MÉDIO E PREÇO DE AÇÕES – GRAFISTAS COM VIÉS DE ATRIBUIÇÃO NO CENÁRIO 3b



FONTE: Elaborado pela autora (2018) utilizando resultados da simulação LSD

Como resultado do cenário 3b verifica-se que o afastamento do preço é significativo devido ao viés de atribuição ou excesso de confiança. O viés de atribuição causa excesso de transações (operações de compra e venda) que, por sua vez, causa excesso de volatilidade de preços de ações (ou afastamento) em relação à série dos dividendos. Os períodos nos quais o preço cai coincidem com a queda dos níveis de confiança dos agentes e, quando o preço sobe, coincidem com o aumento dos níveis de confiança. As séries de taxa de retorno da ação caem drasticamente, evidenciando o estouro das bolhas no mercado. Estes fatos concordam com os trabalhos de Pires (2012), Bertella et al. (2014), e Bertella et al. (2017).

## 6.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

A comparação entre os cenários e diferentes situações pode ser visualizada no Quadro 11.

QUADRO 11 – SÍNTESE DE RESULTADOS PARA DLNSTOCKPRICE

Cenário 1	Cenário 2a	Cenário 2b	Cenário 3a	Cenário 3b
A 95% de confiança, não rejeita-se a hipótese nula de normalidade.	Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade.	Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade.	Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade.	Pelo teste Jarque-Bera, a 1% de significância, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade.

FONTE: A Autora (2018).

Compreende-se a partir desta comparação que há rejeição da hipótese de distribuição normal em todos os cenários que incluem heterogeneidade de agentes, com e sem viés. Como apresentado na fundamentação teórica, a refutação da distribuição normal se concretiza, principalmente, na ocorrência leptocúrtica, como foi observado nos histogramas resultantes do comportamento de agentes heterogêneos. (HERENCIA, 1997). Também houve retornos assimétricos e com caudas pesadas em cenários e situações específicas que, de acordo com a literatura, caracterizam fato estilizado para diferentes mercados – incluso o brasileiro – contrariando modelos amplamente disseminados como o de Black-Scholes (1973).

Outros fatos estilizados do mercado brasileiro se alinham aos mercados internacionais, sendo observados – em diferentes níveis – nos resultados apresentados nesta seção, principalmente com o aumento da heterogeneidade dos agentes e aplicação do viés de atribuição: presença de memória de longo alcance, assimetria nos ganhos e perdas, desvio da média e presença de volatilidade correlacionada com volume e confiança dos agentes em sua própria capacidade. (NERVIS; CREPALDI, 2012). A constatação de que a distribuição dos log-retornos não obedece ao modelo clássico aponta para a necessidade de modelos mais realistas de previsibilidade, incorporando variáveis de acordo com a complexidade estocástica observada no comportamento real do mercado. (BARBACHAN; COUTINHO, 2011).

Observações como o excesso de curtose e aumento da volatilidade se correlacionam com o viés no comportamento dos agentes, principalmente quando são adicionados mais grafistas ao modelo, desafiando a Hipótese de Eficiência do Mercado. Observa-se também em outros estudos nacionais que existem deficiências na correção do mercado por simples

operação de arbitragem, com sustentação de tendências previsíveis por períodos mais longos do que se esperaria caso os agentes tomassem decisões de compra e venda apenas com base na informação amplamente disponível, refutando pelo menos a forma fraca da HME. (ROMA; FERREIRA; AMARAL, 2014).

O modelo utilizado foi capaz de gerar e explicar dois fatos estilizados que representam anomalias do ponto de vista da HME: 1) a distribuição de retornos das ações não normais leptocúrticas e *fat tail*, e 2) o fenômeno da aglomeração de volatilidade, quando períodos de retornos altos são seguidos e vice-versa. O que explica este afastamento da distribuição normal de retorno e o excesso e a aglomeração de volatilidade de preços e retornos de ações – além das interações não lineares entre agentes heterogêneos no mercado de capitais – é a dinâmica do comportamento do nível de confiança de agentes grafistas, ou seja, nos períodos em que o nível de confiança médio dos agentes grafistas verifica aumento do nível de preços e retorno da ação, e vice-versa.

## 7 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho é a abordagem das anomalias ou *puzzles* de mercado a partir dos pressupostos de racionalidade da Hipótese de Mercados Eficientes. Em sua investigação empírica a pesquisa utilizou um mercado artificial composto por agentes fundamentalistas com racionalidade ilimitada interagindo com agentes grafistas, possuidores de uma racionalidade limitada e que por sua vez adotam vieses e heurísticas em seus processos decisórios, refletindo na arbitragem total praticada no mercado.

Tal abordagem mostrou que, em muitos cenários que envolvem a interação entre agentes com diferentes níveis de racionalidade, a HME não se sustenta de forma sólida, pois existem outros fatores interferentes e que dão direção ao mercado além dos pressupostos de racionalidade. Vieses de julgamento – como o excesso de confiança testado neste trabalho – levam os agentes a decisões imprevisíveis que fogem às expectativas de maximização dos ganhos, e que geram considerável impacto no direcionamento do mercado como um todo. Ainda, verifica-se que o comportamento errático dos agentes não racionais não é rapidamente ou plenamente compensado pela arbitragem ou compartilhamento de informações, questionando a HME mesmo na sua forma fraca.

Considerando ainda os objetivos específicos apresentados ao início do trabalho observa-se que:

1) Foi realizada revisão teórica que levou à abordagem dos fatos estilizados como *fat tails* e *clusters* de volatilidade, que se apresentam de forma repetida entre vários mercados mundiais representando atualmente um grande desafio aos princípios da HME, que perde poder explicativo frente a tais fenômenos;

2) O uso do mercado artificial na investigação empírica foi concretizado através de um modelo baseado em agentes, que pode ser considerado como um recurso válido e importante na testagem dos fatos estilizados frente aos diferentes comportamentos possíveis dos investidores em um mercado de capitais;

3) É possível e válido integrar agentes racionais e não racionais em um modelo baseado em agentes, com interação entre diferentes algoritmos para formação de expectativas, julgamento e decisão, representando a interferência de vieses e heurísticas que refletem o comportamento real dos investidores no mercado de capitais;

4) Foi verificado, especificamente, o efeito de um mercado com agentes heterogêneos (em comparação inicial com um mercado homogêneo), passivos de heurísticas de ancoragem e viés de excesso de confiança, influenciando de forma significativa na dinâmica dos preços, taxas de retorno e volumes de negociação.

Quando se trata do sistema financeiro, verifica-se que processos estocásticos desafiam a HME, pois os movimentos amplos registrados no mercado partem de comportamentos inicialmente imprevisíveis dos agentes, com racionalidade limitada e uso de informações incompletas. Isso não significa uma imprevisibilidade ou aleatoriedade total no mercado, já que são verificados padrões que se repetem, partindo de condições iniciais aleatórias – os fatos estilizados. Entretanto, significa que o estado da arte em Finanças e Ciências Econômicas precisa incorporar novos princípios e ferramentas para abordar adequadamente tais fenômenos que não se baseiam em distribuições normais.

A HME certamente não pode ser precocemente descartada em nenhuma de suas formas, pois ainda possui comprovado poder explicativo para sistemas homogêneos nos quais existe alto nível de previsibilidade das variáveis. Porém, conclui-se que os princípios contemporâneos das Finanças Comportamentais se mostram mais adequados à abordagem e explicação das anomalias ou *puzzles* e dos fatos estilizados em mercados de capitais, trazendo contribuições importantes para a criação de novos modelos e hipóteses afetas ao comportamento dos investidores e agentes financeiros.

Para futuros estudos recomenda-se a construção de modelos baseados em agentes que incorporem também outras heurísticas e vieses identificados nas Finanças Comportamentais. Além disso, a consideração do viés de aversão à perda nas operações do mercado acionário ao modelo e a tentativa de explicação da presença de lucros acima da média em operações de grafistas são recomendáveis para uma melhor aproximação do comportamento real do mercado de capitais.

## REFERÊNCIAS

- ABAD, L. A.; KHALIFA, K. What are stylized facts? **Journal of Economic Methodology**, v. 00, n. 0, 1–14, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/1350178X.2015.1024878>>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- AHMAD, F.; SHERWANI, R. A. K. Power Comparison of Various Normality Tests. **Pak. j. stat. oper. res.**, v. 11, n.3, p. 331-345, 2015. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1003.2715&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- ARTHUR, W. B.; DURLAUF, S.; LANE, D. (Eds.) **The Economy as an Evolving Complex System II**. Massachussets: Addison-Wesley Reading, 1997.
- ARTHUR, W. B.; HOLLAND, J.; LEBARON, B.; PALMER, R.; TAYLER, P. Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market. In: ARTHUR, W. B.; DURLAUF, S.; LANE, D. (Eds.) **The Economy as an Evolving Complex System II**. Massachussets: Addison-Wesley Reading, 1997.
- AYINDE, K.; KURANGA, J. O.; SOLOMON, G. S. Empirical Investigation of Type 1 Error Rate of Univariate Tests of Normality. **International Journal of Computer Applications**, v. 148, n. 8, p. 24-31, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/306128041\\_Empirical\\_Investigation\\_of\\_Type\\_1\\_Error\\_Rate\\_of\\_Univariate\\_Tests\\_of\\_Normality](https://www.researchgate.net/publication/306128041_Empirical_Investigation_of_Type_1_Error_Rate_of_Univariate_Tests_of_Normality)>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- BAKER, M.; BRADLEY, B.; WURGLER, J. Benchmarks as limits to arbitrage: understanding the low-volatility anomaly, **Financial Analysts Journal**, v. 67, p. 40-54, 2011.
- BANSAL, R.; OCHOA, M. **Temperature, aggregate risk, and expected returns**. (Documento eletrônico). 2012. Disponível em: <[http://public.econ.duke.edu/~jmo6/docs/temp\\_risk.pdf](http://public.econ.duke.edu/~jmo6/docs/temp_risk.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- BARBACHAN, J. S. F.; COUTINHO, F. G. P. Processo de Meixner: Teoria e Aplicações no Mercado Financeiro Brasileiro. **Est. econ.**, v. 41, n. 2, p. 383-408, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ee/v41n2/a07v41n2.pdf>>. Acesso em 01 fev. 2019.
- BARBERIS, N.; THALER, R. A survey of behavioral finance. In: CONSTANTINIDES, G. M.; HARRIS, M.; STULZ, R. M. (Eds.). **Handbook of the Economics of Finance**. 1a Ed. Volume 1. Elsevier, 2003. 1053-1128.
- BARROS, G. Herbert A. Simon e o conceito de racionalidade: Limites e procedimentos. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 455–472, 2010. Disponível em: <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2782819](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2782819)>. Acesso em: 30 out. 2018.
- BAZERMAN, M. H.; MOORE, D. A. **Judgment in Managerial Decision Making**. 8a Ed. John Wiley & Sons, 2012.
- BERGER, B.; PESSALI, H. F. A teoria da perspectiva e as mudanças de preferênciano *mainstream*: um prospecto Lakatoseano. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 2, p. 340-

356, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v30n2/10.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

BERNOULLI, D. Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk. **Econometrica**, vol. 22, no. 1, p. 23–36, 1954. Disponível em:<[www.jstor.org/stable/1909829](http://www.jstor.org/stable/1909829)>. Acesso em 30 nov. 2018.

BERNSTEIN, P. L. **Desafio aos deuses: a fascinante história do risco**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BERTELLA M. A.; PIRES, F. R.; FENG,L.; STANLEY, H. E. Confidence and the Stock Market: An Agent-Based Approach. **PLOS ONE**, v. 9, n. 1, 2014.Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083488>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

BERTELLA, M. A.;PIRES, F. R.;REGO, H. H. A.;SILVA, J. N.;VODENSKA, I.;STANLEY, H. E. Confidence and self-attribution bias in an artificial stock market. **PLOS ONE**, v. 12, n. 2, 2017. Disponível em: <[doi:10.1371/journal.pone.0172258](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172258)>. Acesso em: 4 dez. 2018.

BETTMAN, J. R.; JOHNSON, E. J.; PAYNE, J. W. Consumer decision making.In: ROBERTSON, T. S. e KASSARJIAN H. H. (Orgs.). **Handbook of consumer behavior**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991. p. 50-79.

BLACK, F.; JENSEN, M.; SCHOLES, M. The capital asset pricing model: some empirical tests. In: JENSEN, M.C. (Ed.): **Studies in the Theory of Capital Markets**. New York:Praeger, 1972. pp.79–124.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy**, v. 81, p. 637–654, 1973.

BODIE,Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Investimentos**. 8ª Ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

BORGES, E. C. O efeito comportamental na decisão de investimento: o impacto dos preços limite no volume negociado. **1º Encontro Brasileiro de Economia e Finanças Comportamentais**, FGV EAESP/Gvcef, 2014. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18830>>. Acesso em: 30 out. 2018.

BOWMAN, K. O.; SHENTON, L. R. Omnibus test contours for departures from normality based on  $\sqrt{b_1}$  and  $b_2$ . **Biometrika**, v. 62, n. 2,p. 243–250, 1975. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/biomet/62.2.243>>. Acesso em 01 fev. 2019.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. Eficiência, Previsibilidade dosPreços e Anomalias em Mercados de Capitais: Teoria e Evidências. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, n. 7, p. 71-85, 1998.

CAO, M.; WEI, J. Stock market returns: a note on temperature anomaly. **Journal of Banking & Finance**, v. 29, p. 1559-1573, 2005.

CHAKRABORTI, A.; TOKE, I. M.; PATRIARCA, M.; ABERGEL, F. Econophysics: Empirical facts and agent-based models. **Quantitative Finance**, 11, p. 1013-1041, 2011. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/0909.1974>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

CHEN, S. H.; LUX, T.; MARCHESI, M. Testing for non-linear structure in an artificial financial market. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 46, n. 3, p. 327-342, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167268101001810>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

CHEN, S. H.; YEH, C. H. Evolving traders and the business school with genetic programming: a new architecture of the agent-based artificial stock market. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 25, n. 3-4, p. 363-394, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165188900000300>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

CONSTANTINIDES, G. M.; HARRIS, M.; STULZ, R. M. (Eds.). **Handbook of the Economics of Finance**. 1a Ed. Volume 1. Elsevier, 2003.

COSTA, I. de S. A. da. **Julgamento e Decisão: Um Teste da Prospect Theory**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <[http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Isabel\\_Costa.pdf](http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Isabel_Costa.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2018.

CUSINATO, R. T. **Teoria da Decisão sob Incerteza e a Hipótese da Utilidade Esperada: Conceitos Analíticos e Paradoxos**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

DIAS, A. M. Razão e Desrazão nas Tomadas de Decisão. **Psicologia USP**, v. 21, n. 2, p. 391-416, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pusp/v21n2/v21n2a09.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

DONÁRIO, A.; SANTOS, R. B. **A Incerteza e o Risco**. EDIUAL: Universidade Autónoma de Lisboa, 2016.

DOROW, A.; MACEDO JÚNIOR, J. S.; NUNES, P.; REINA, D.; MAXIMINIANO, D. R. A heurística da ancoragem e a tomada de decisão sob risco em investimentos imobiliários. **Revista de Contabilidade, Gestão e Governança**, v. 13, n. 3, p. 86-101, 2010. Disponível em: <[https://cgg-amg.unb.br/index.php/contabil/article/view/143/pdf\\_141](https://cgg-amg.unb.br/index.php/contabil/article/view/143/pdf_141)>. Acesso em: 30 nov. 2018.

EDWARDS, R. D; MAGEE, J.; BASSETTI, W. H. C. **Technical Analysis of Stock Trends**. 8a Ed. CRC Press, 2001(1948).

EHRENTREICH, N. **Agent-Based Modeling: The Santa Fe Institute Artificial Stock Market Model Revisited**. Springer, 2007.

ELMORE, K. L. Alternatives to the chi-square test for evaluating rank histograms from ensemble forecasts. **Weather Forecasting**, v. 20, n. 5, p. 789–795, 2005. Disponível em: <<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/WAF884.1>>. Acesso em 01 fev. 2019.

FAMA, E. F. Random Walks in Stock Market Prices. **Financial Analysts Journal**, v. 21, 1965.

\_\_\_\_\_. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383-417, Cambridge, May, 1970.

\_\_\_\_\_. Efficient capital markets: II. **The Journal of Finance**, v. 46, n. 5 p. 1575-1618, Cambridge, December, 1991.

FAMÁ, R.; CIOFFI, P.; COELHO, P. Contexto das finanças comportamentais: anomalias e eficiência do mercado de capitais brasileiro . **REGE Revista de Gestão**, v. 15, n. 2, p. 65-78, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rege/article/view/36638>>. Acesso em 10 nov. 2018.

FARMER, J. D.; JOSHI, S. The price dynamics of common trading strategies. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 49, n. 2, p. 149-171, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167268102000653>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

FERREIRA, V. R. M. **Psicologia Econômica: estudo do comportamento econômico e da tomada de decisão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

FONSECA, J. W. F. da. **Mercado de Capitais**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.

FONSECA, C. N. da; SANTOS, R. dos. Um modelo de simulação a partir do ambiente NetLogo. **XX EREMAT - Encontro Regional de Estudantes de Matemática da Região Sul** Fundação Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Bagé/RS, Brasil. 13-16 nov. 2014. p. 276-286. Disponível em: <[https://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/MC\\_FONSECA\\_00529108062.pdf](https://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/MC_FONSECA_00529108062.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2018.

FORTI, C. A. B.; PEIXOTO, F. M.; SANTIAGO, W. de P. Hipótese da Eficiência de Mercado: um Estudo Exploratório no Mercado de Capitais Brasileiro. **Gestão & Regionalidade**, v. 25, n. 75, p. 45-56, 2009. Disponível em: <[http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista\\_gestao/article/view/188/111](http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_gestao/article/view/188/111)>. Acesso em: 30 out. 2018.

FRIES, L. de O. **Teoria da utilidade esperada e hipótese do mercado eficiente na perspectiva da economia comportamental**. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas)– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GALLO, E. R. da S. **Economia Comportamental Aplicada a Finanças e o Modelo de Agentes: Um estudo sobre a presença da subjetividade humana na tomada de decisão e suas implicações no mercado acionário**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2016.

GALLO, E. R. da S.; BERTELLA, M. A. Ensaio sobre heurística e vieses no mercado acionário brasileiro: o efeito do processo de julgamento em um cenário de risco e incerteza. **FGV EAESP - GVcef - 03º Encontro Brasileiro de Economia e Finanças Comportamentais**, 2016. Disponível em:

<[http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18917/GVcef\\_Gallo%3b%20Bertella.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18917/GVcef_Gallo%3b%20Bertella.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 30 nov. 2018.

GIACHERO, O. S.; CARVALHO, L. F.; RIBEIRO, K. C. S. Uma Crítica à Hipótese da Eficiência de Mercado: Análise dos Casos Ambev e Submarino. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGET**, 2007. Disponível em: <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1149\\_1149\\_Artigo3\\_Karem\\_Seget\\_Autores.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1149_1149_Artigo3_Karem_Seget_Autores.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2018.

GRIFFIN, J. M.; NARDARI, F.; STULZ, R. M. Do investors trade more when stocks have performed well? Evidence from 46 countries. **Review of Financial Studies**, v. 20, n. 3, p. 905-951.

GRINBLATT, M.; HAN, B. Prospect theory, mental accounting, and momentum. **Journal of Financial Economics**, v. 78, p. 311–339, 2005. Disponível em: <[http://www-2.rotman.utoronto.ca/facbios/file/momentum\\_JFE.pdf](http://www-2.rotman.utoronto.ca/facbios/file/momentum_JFE.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2018.

GUO, L.; TRUEBLOOD, J. S.; DIEDERICH, A. Thinking Fast Increases Framing Effects in Risky Decision Making. **Psychological Science**, vol. 28, n. 4, p. 530–543, 2017. Disponível em: <[http://www.psy.vanderbilt.edu/jdmlab/papers/Guo\\_PsySci\\_2017.pdf](http://www.psy.vanderbilt.edu/jdmlab/papers/Guo_PsySci_2017.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2018.

HENRIQUES, J. I. C. **O Impacto das Anomalias de Mercado e do Sentimento do Investidor no Retorno das Ações: O Caso de um *Small Market***. Dissertação (Mestrado em Análise Financeira) – Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra, Coimbra, 2015.

HERENCIA, M. E. Z. **Volatilidade nos Modelos ARCH e Variância Estocástica: um estudo comparativo**. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC) – UNICAMP, Campinas, 1997.

HOLLAND, M. Expectativas, agentes econômicos e dinâmica da taxa de câmbio. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v.20, n.2, p.43-63, 1999.

HUDDART, S.; LANG, M.; YETMAN, M. **Psychological Factors, Stock Price Paths and Trading Volume**. 2003. (*Working paper*). Disponível em: <[http://public.kenan-flagler.unc.edu/faculty/langm/working\\_papers/psycho\\_factors.pdf](http://public.kenan-flagler.unc.edu/faculty/langm/working_papers/psycho_factors.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2018.

JARQUE, C. M.; BERA, A. K. A Test for Normality of Observations and Regression Residuals. **International Statistical Review**, v. 55, n. 2, p. 163-172. 1987. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1403192>>. Acesso em 01 fev. 2019.

JEGADEESH, N.; TITMAN, S. Returns to buying winners and selling losers: implications for stock market efficiency. **The Journal of Finance**, v. 48, n. 1, p. 65-91, 1993.

JENSEN, M.C. (Ed.): **Studies in the Theory of Capital Markets**. New York: Praeger, 1972.

KALDOR, N. Capital accumulation and economic growth. In: LUTZ, F. A.; HAGUE, D. C. (Eds.) **Theory of Capital**. London: Macmillan, 1961. p. 177–222.

KAHNEMAN, D. Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. **American Economic Review**, v. 93, n. 5, p. 1449-1475, 2003. Disponível em: <doi: 10.1257/000282803322655392>. Acesso em: 10 nov. 2018.

KAHNEMAN, D. **Rápido e Devagar**: duas formas de pensar. Tradução: Cássio de Abrantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012. 608p.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. **American Psychological Association**, v. 185, n. 4157, 1974.

\_\_\_\_\_. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econométrica**, v. 47, n. 2, p. 263-291, 1979.

\_\_\_\_\_. The psychology of preferences. **Scientific American**, v. 246, n. 1, p. 160-173, 1982.

\_\_\_\_\_. Rational choice and the framing of decisions. **The Journal of Business**, v. 59, n. 4, p. 251-78, 1986.

KAMSTRA, M. J.; KRAMER, L. A.; LEVI, M. D. Winter blues: a SAD stock market cycle. **American Economic Review**, v. 93, p. 324-343, 2003.

KIMURA, H.; BASSO, L. F. C.; KRAUTER, E. ParadoxosemFinanças: TeoriaModerna versus FinançasComportamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 46, n.1, p. 41-58, 2006.

KUTCHUKIAN, E. **O Efeito Manada nos Fundos de Investimento no Brasil**: Um Teste em Finanças Comportamentais. Dissertação (Mestrado em Administração) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010.

LEBARON, B. Agent-based Computational Finance. In: TESHATSION, L.; JUDD, K. L. (Eds.) **Handbook of Computational Economics**. Vol 2. Elsevier, 2006. p. 1187-1233.

LEBARON, B.; ARTHUR, W. B.; PALMER, R. Time series properties of an artificial stock market. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 23, n. 9-10, p. 1487-1516, 1999. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165188998000815>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

LENHARD, L. F. **Um Estudo do Potencial Preditivo da Análise Técnica**. Monografia (Graduação em Ciência Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia302884.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

LIMA, L. A. O. Auge e Declínio da Hipótese dos Mercados Eficientes. **Revista de Economia Política**, v.23, n. 4 p. 28-42, 2003. Disponível em: <<http://www.rep.org.br/pdf/92-2.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. **Review of Economics and Statistics**, v. 47, n. 1, p.13-37, 1965.

LOVRIC, M. **Behavioral Finance and Agent-Based Artificial Markets**. Tese. Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, 2011. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/18510215.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

LUTZ, F. A.; HAGUE, D. C. (Eds.) **Theory of Capital**. London: Macmillan, 1961.

MACAL, C. M.; NORTH, M. J. Tutorial on agent-based modelling and simulation. **Journal of Simulation**, v. 4, n. 3, p. 151-162, 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1057/jos.2010.3>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

MACEDO JR., J. S. **Teoria do Prospecto: Uma Investigação Utilizando Simulação de Investimentos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MACEDO, M. A. S.; ALYRIO, R. D.; ANDRADE, R. O. B. Julgamento Intuitivo e Aspectos Cognitivos no Processo Decisório. **Anais do XVI Congresso Latino-Americano de Estratégia (SLADE 2003)**. Lima, Peru, 2003.

MANDELBROT, B. The Pareto-Levy law and the distribution of income. **International Economic Review**, p. 79–106, 1960.

\_\_\_\_\_. The variation of certain speculative prices. **Journal of business**, v. 36, n. 394, 1963.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952. Disponível em: <[https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz\\_JF.pdf](https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2018.

\_\_\_\_\_. **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment**. Yale University Press, 1959.

MARQUES, S.; AHLFELDT, R.; CRUZ, J. A.; SILVA, W. V. - Análise de anomalia da hipótese dos mercados eficientes à luz das finanças comportamentais. **Revista da Faculdade de Administração e Economia**, v. 6, n. 2, p. 33-50, 2015.

MARTINS, T. R.; CREPALDI, A. F. Fatos estilizados no mercado brasileiro de ações: uma análise do índice da Bolsa de Valores de São Paulo. **XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_137\\_871\\_18426.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_137_871_18426.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MELO, T. M.; FUCIDJI, J. R. Racionalidade limitada e a tomada de decisão em sistemas complexos. **Revista de Economia Política**, n. 36, v. 3, p. 622-645, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v36n3/1809-4538-rep-36-03-00622.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

MINETO, C. A. L. **Percepção ao risco e efeito disposição: Uma análise experimental da teoria dos prospectos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MUSSA, A.; ROGERS, P.; SECURATO, J. R. Modelos de retornos esperados no mercado brasileiro: testes empíricos utilizando metodologia preditiva. **Revista de Ciências da Administração**, v. 11, n. 23, p. 192-216, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/11348>>. Acesso em: 30 out. 2018.

MUSSA, A.; YANG, E.; TROVÃO, R.; FAMÁ, R. Hipótese de Mercados Eficientes e Finanças Comportamentais: as Discussões Persistem. **FACEF Pesquisa**, v. 11, n. 1, p. 5-17, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/facefpesquisa/article/view/109/173>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

NASCIMENTO JR., H.B. do;FULCO,U. L.; LYRA,M. L.; SERVA, M.; VISWANATHAN, G. M. Porque as bolsas de valores quebram: a origem das caudas grossas nas distribuições de retornos. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 341-346, 2007 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180611172007000300005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172007000300005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 4 dez. 2018.

NERVIS, J. J.; CREPALDI, A. F. Estudo e análise estatística no mercado de ações brasileiro. **Revista de Economia e Administração**, v.11, n.3, p. 304-320, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134955/ISSN1676-7608-2012-11-03-304-320.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

PANASIAK, M.; TERRY, E. Framing Effects and Financial Decision Making. **Proceedings of 8th Annual London Business Research Conference**, Imperial College, London, UK, 8 - 9 July, 2013. Disponível em: <[https://wbiworldconpro.com/uploads/london-conference-2013/finance/1373105535\\_359-Eric.pdf](https://wbiworldconpro.com/uploads/london-conference-2013/finance/1373105535_359-Eric.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2018.

PANOSSO, G. C. **Análise do Mercado Financeiro baseada em Análise Técnica com Self-Organizing Maps**. Dissertação (Mestrado em Estatística e Gestão de Informação) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.

PENMAN, S. H. **Financial Statement Analysis and Security Valuation** (5a Ed). Mc Graw-Hill Education, 2012.

PEREIRA, N. R. da S. **A Utilidade da Análise Técnica e a Eficiência dos Mercados: Aplicação ao Mercado Accionista Português**. Dissertação (Mestrado em Finanças) – Universidade do Porto, Porto, 2011.

PIRES, F. R. **Finanças Comportamentais e Modelos Baseados em Agentes**. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2012.

PRATES, W. R. **Efeito disposição: propensão à venda de investidores individuais e institucionais**. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PRATES, W R.; SANTOS, A. A. P.; COSTA JR, N. C. A. da. **Rev. Bras. Finanças** (Online), Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 351–383, 2014.

RABELO JR, T. S.; IKEDA, R.H. Mercados eficientes e arbitragem: um estudo sob o enfoque das finanças comportamentais. **Revista Contabilidade & Finanças - USP**, v.34, n.1, p.97-107, 2004.

RABIN, M. Inference by Believers in the Law of Small Numbers. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 117, n. 3, p. 775–816, 2002. Disponível em: <[www.jstor.org/stable/4132489](http://www.jstor.org/stable/4132489)>. Acesso em: 30 nov. 2018.

RAZALI, N. M.; WAH, Y. B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, v.2, n.1, p. 21-33, 2011. Disponível em: <[http://www.de.ufpb.br/~ulisses/disciplinas/normality\\_tests\\_comparison.pdf](http://www.de.ufpb.br/~ulisses/disciplinas/normality_tests_comparison.pdf)>. Acesso em 01 fev. 2019.

ROBERTSON, T. S.; KASSARJIAN H. H. (Orgs.). **Handbook of consumer behavior**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991.

ROMA, C. M. da S.; FERREIRA, B. P.; AMARAL, H. F. Testando a forma fraca de eficiência na taxa de câmbio (BRL/USD). **Revista de Administração FACES Journal**, v. 13, n. 3, p. 9-26, 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1940/194035762002.pdf>>. Acesso em 01 fev. 2019.

ROMÃO, X.; DELGADO, R.; COSTA, A. An empirical power comparison of univariate goodness-of-fit tests for normality. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, v. 80, n. 5, p. 545-591, 2010. Disponível em:<[10.1080/00949650902740824](https://doi.org/10.1080/00949650902740824)>. Acesso em: 01 fev. 2019.

ROTELLA, R. P. **The Elements of Successful Trading: Developing Your Comprehensive Strategy Through Psychology, Money Management, and Trading Methods**. Prentice Hall, 1992.

SANTANA, G. F. **O Poder de Previsão da Análise Técnica** (uma aplicação para o mercado futuro de IBOVESPA). Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas/EAESP, São Paulo, 1997. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/5431/1199700690.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

SBICCA, A. Heurísticas no Estudo das Decisões Econômicas: Contribuições de Herbert Simon, Daniel Kahneman e Amos Tversky. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 44, n.3, p.579-603, 2014.

SCHREINER, M. B. **Efeitos do framing de promoções de preço nas escolhas dos consumidores**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em <[doi:10.11606/D.12.2013.tde-11102013-170755](https://doi.org/10.11606/D.12.2013.tde-11102013-170755)>. Acesso em: 10 nov. 2018.

SEITA, M. R. **Simulação multi agente em mercados financeiros artificiais utilizando algoritmos genéticos**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014. Disponível em:

<[http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11936/Versão\\_4.3.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11936/Versão_4.3.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 30 nov. 2018.

SHARPE, W.F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.

SILVA, E. M. **Modelando Mercado de Ações: Vencendo o Efeito Disposição com Regras Stop**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SIMON, H. A. A Behavioral Model of Rational Choice. **Quartely Journal of Economics**, v. 69, n. 1, p. 99-118, 1955.

STAMBAUGH, R.; YU, J.; YUAN, Y. The short of it: Investor sentiment and anomalies. **Journal of Financial Economics**, v.104, p. 288-302, 2012.

STANOVICH, K. E.; WEST, R. F. Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 23, n. 5, p. 645-665, 2000. Disponível em: <[doi:10.1017/S0140525X00003435](https://doi.org/10.1017/S0140525X00003435)>. Acesso em: 10 nov. 2018.

STARMER, C. Developments in non-expected utility theory: the hunt for a descriptive theory of choice under risk. **Journal of Economic Literature**, v. 38, p. 332-382, 2000. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.38.2.332>>. Acesso em: 30 out. 2018.

STATMAN, M; THORLEY, S; VORKINK, K. Investor overconfidence and trading volume. **The Review of Financial Studies**, v. 19, n. 4, p. 1531–1565, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/rfs/hhj032>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

STEINER, P.; SILVA, L. G.; GRAMMS, L. C.; MARCELINO, E.; PRADO, P. A Teoria dos Prospectos Revisitada: A Influência dos Beneficiários da Decisão. **22.o ENANPAD, ORG 32,1998. Anais Eletrônicos...** Foz do Iguaçu, 1998.

STERNBERG, R. J.; STERNBERG, K. **Cognitive Psychology**. 6a Ed. Belmont: Wadsworth, 2009.

TAKAHASHI, H.; TERANO, T. Agent-based approach to investor's behavior and asset price fluctuation in financial markets. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 6, n. 3, 2003. Disponível em: <<https://econpapers.repec.org/article/jasjasssj/2002-35-3.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

TESFATSION, L.; JUDD, K. L. (Eds.) **Handbook of Computational Economics**. Vol 2. Elsevier, 2006.

THADEWALD, T.; BÜNING, H. Jarque-Bera test and its competitors for testing normality: a power comparison. **Diskussionsbeiträge**, v. 9, 2004. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/49919/1/668828234.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. **Science**, v. 185, n. 4157, pp. 1124-1131, 1974. Disponível em: <<http://www.its.caltech.edu/~camerer/EC101/JudgementUncertainty.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

VAL, F. de F.; PINTO, A. C. F.; KLOTZLE, M. C. Volatilidade e Previsão de Retorno com Modelos de Alta Frequência e GARCH: Evidências para o Mercado Brasileiro. **R. Cont. Fin.** – USP, São Paulo, v. 25, n. 65, p. 189-201, maio/jun./jul./ago. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v25n65/1519-7077-rcf-25-65-0189.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. **Theory of games and economic behavior**. Princeton: Princeton University Press, 1953. Disponível em: <<http://jmvidal.cse.sc.edu/library/neumann44a.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

ZINDEL, M. T. L. **Finanças comportamentais: o viés cognitivo excesso de confiança no julgamento em investidores e sua relação com bases biológicas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ZOUAOU, M.; NOUYRIGAT, G.; BEER, F. How does investor sentiment affect stock market crises? Evidence from panel data. **The Financial Review**, v. 46, n. 4, p. 723-747, 2011.

## APÊNDICE 1

### ESTRUTURA COMPUTACIONAL DO MERCADO FINANCEIRO ARTIFICIAL

*Automatically generated LSD report.*

#### **Model: ABM Mercado de Capitais**

##### Description

Model: ABMMercadoCapitais

*(description not available)*

Neste modelo o mercado é composto por dois tipos de agentes: 1) fundamentalistas, que possuem racionalidade ilimitada e formam expectativas a partir do valor futuro da ação através do modelo de fluxo de dividendos futuros descontados (modelo de Gordon), onde sua estratégia de negociação prevê o valor futuro do ativo baseando-se no dividendo pago pela ação sobre o seu valor fundamental e na observação do valor do dividendo pago no momento atual, o qual sugere ao agente uma taxa de crescimento constante até atingir a expectativa suficiente para venda, e 2) agentes técnicos ou grafistas, que possuem racionalidade limitada e que adotam heurísticas de ancoragem no processo de julgamento e de decisão sobre a quantidade de ações a serem compradas ou vendidas. Os grafistas, derivam suas expectativas de preço baseados nos preços de ativos passados e utilizam de indicadores, a saber: máximos e mínimos, média móvel simples e média móvel exponencial. Há interação entre agentes fundamentalistas e grafistas.

De forma complementar, considera-se também o excesso de confiança para os agentes. A autoatribuição, no caso das finanças comportamentais, é um evento psicológico no qual o agente atribui a si mesmo o crédito pelo sucesso de bons investimentos, e atribui a outras pessoas, ao mercado ou a eventos externos a culpa pelos maus investimentos.

Pode-se considerar também a existência de viés na atualização do nível de confiança dos agentes, sendo que o nível de confiança pode aumentar mais como resultado de previsões que tiveram sucesso e diminuir menos quando são constatadas previsões que falharam. (LOVRIC, 2011; PIRES, 2012).

## Summary

### Object Structure

Root—>Market—>Investor

### Variables

AtConfidence

### Parameters

a

### Object: Root

Containing: Market

Variables: (none)

Parameters: (none)

### Object: Market

Contained in: Root

Containing: Investor

Variables:

Dividend

Parameters:

alfa

Description:

(no description available )

<i>Element</i>	<i>Lags</i>	<i>Description and initial values comments</i>
<u>divbase</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 4.
<u>Dividend</u>	<u>1</u>	All 1 instances equal to 4.
<u>w</u>		
<u>alfa</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 0.95.
<u>meanw</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 0.

<u>varw</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 0.03.
<u>StockPrice</u>	<u>60</u>	All 1 instances equal to 20.
<u>r</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 0.02.
<u>TotalSB</u>		
<u>StockRate</u>		
<u>beta</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 4500.
<u>TotalOB</u>		
<u>TotalDemand</u>		
<u>Time</u>	<u>1</u>	All 1 instances equal to 0.
<u>NumGrafista1</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 2.
<u>NumTime</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 30.
<u>NumGrafista2</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 3.
<u>NumGrafista3</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 4.
<u>FundValue</u>		
<u>LSPrice</u>	<u>1</u>	All 1 instances equal to 2.99573.
<u>DLSPPrice</u>		
<u>NumGrafista4</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 5.
<u>NumGrafista5</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 6.
<u>NumGrafista6</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 7.
<u>NumGrafista7</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 8.
<u>NumGrafista8</u>	<u>Par.</u>	All 1 instances equal to 9.

---

**Object: Investor**

Contained in: Root—>Market

Variables:

Parameters:

Description:

(no description available )

<i>Element</i>	<i>Lags</i>	<i>Description and initial values comments</i>
<u>lambda</u>	<u>Par.</u>	All 175 instances equal to 0.5.
<u>Wealth</u>	<u>1</u>	All 100 instances equal to 100.
<u>StockDemand</u>		
<u>ExpectPrice</u>	<u>1</u>	All 100 instances equal to 22.
<u>VarPrice</u>	<u>1</u>	All 100 instances equal to 4.
<u>g</u>	<u>Par.</u>	All 100 instances equal to 0.015.
<u>k</u>	<u>Par.</u>	All 100 instances equal to 0.25.
<u>SubmitBid</u>		
<u>OfferBid</u>		
<u>Fundamentalista</u>		
<u>Grafista1</u>		
<u>IdInvestor</u>	<u>Par.</u>	All 225 instances equal to 1.
<u>teta</u>	<u>Par.</u>	All 175 instances equal to 0.01.
<u>Grafista2</u>		
<u>ExpectGraf2</u>		
<u>Grafista3</u>		
<u>ExpectGraf3</u>		
<u>AvailableCash</u>		
<u>FinalStockDemand</u>	<u>1</u>	All 100 instances equal to 1.
<u>Result</u>		
<u>Confidence</u>	<u>1</u>	All 100 instances equal to 1. Instances from 101 to 125 equal to 5.

<u>ModVarPrice</u>		
<u>TransConfidence</u>		
<u>a</u>	<u>Par.</u>	All 225 instances equal to 1.
<u>b</u>	<u>Par.</u>	All 225 instances equal to 1.
<u>AtConfidence</u>		
<u>MaxStockPrice1</u>	<u>10</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>MaxStockPrice2</u>	<u>20</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>MaxStockPrice3</u>	<u>30</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>QuickPrice</u>		
<u>SlowPrice2</u>		
<u>KC</u>		
<u>NC</u>	<u>Par.</u>	All 125 instances equal to 10.
<u>SPmmeC</u>	<u>10</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>ExpectGraf4</u>		
<u>ExpectGraf5</u>		
<u>SlowPrice1</u>		
<u>SPmmeL</u>	<u>60</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>KL</u>		
<u>NL</u>	<u>Par.</u>	All 200 instances equal to 60.
<u>MinStockPrice1</u>	<u>10</u>	All 125 instances equal to 20.
<u>MinStockPrice2</u>	<u>30</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>ExpectGraf1</u>		
<u>T1ExpectGraf1</u>		
<u>T1ExpectGraf2</u>		
<u>T1ExpectGraf3</u>		
<u>T1ExpectGraf4</u>		

<u>T1ExpectGraf5</u>		
<u>T1ExpectGraf6</u>		
<u>ExpectGraf6</u>		
<u>MaxStockPrice4</u>	<u>60</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>ExpectGraf7</u>		
<u>MinStockPrice3</u>	<u>60</u>	All 200 instances equal to 20.
<u>MinStockPrice4</u>		
<u>ExpectGraf8</u>		


---

### Initial values

### Object tree

Root—>Market—>Investor

### Variables

Confidence 

### Parameters

a 

---

### Object: Market

*Instances number:* 1

*Instances group(s):* 1

<i>Element</i>	<i>Lag</i>	<i>Initial values (by instance)</i>
<u>divbase</u>	Par.	4
<u>Dividend</u>	1	4
<u>alfa</u>	Par.	0.95
<u>meanw</u>	Par.	0

<u>varw</u>	Par.	0.03
<u>StockPrice</u>	1	20
<u>StockPrice</u>	2	0
<u>StockPrice</u>	3	0
<u>StockPrice</u>	4	0
<u>StockPrice</u>	5	0
<u>StockPrice</u>	6	0
<u>StockPrice</u>	7	0
<u>StockPrice</u>	8	0
<u>StockPrice</u>	9	0
<u>StockPrice</u>	10	0
<u>StockPrice</u>	11	0
<u>StockPrice</u>	12	0
<u>StockPrice</u>	13	0
<u>StockPrice</u>	14	0
<u>StockPrice</u>	15	0
<u>StockPrice</u>	16	0
<u>StockPrice</u>	17	0
<u>StockPrice</u>	18	0
<u>StockPrice</u>	19	0
<u>StockPrice</u>	20	0
<u>StockPrice</u>	21	0
<u>StockPrice</u>	22	0
<u>StockPrice</u>	23	0
<u>StockPrice</u>	24	0
<u>StockPrice</u>	25	0

<u>StockPrice</u>	26	0
<u>StockPrice</u>	27	0
<u>StockPrice</u>	28	0
<u>StockPrice</u>	29	0
<u>StockPrice</u>	30	0
<u>StockPrice</u>	31	0
<u>StockPrice</u>	32	0
<u>StockPrice</u>	33	0
<u>StockPrice</u>	34	0
<u>StockPrice</u>	35	0
<u>StockPrice</u>	36	0
<u>StockPrice</u>	37	0
<u>StockPrice</u>	38	0
<u>StockPrice</u>	39	0
<u>StockPrice</u>	40	0
<u>StockPrice</u>	41	0
<u>StockPrice</u>	42	0
<u>StockPrice</u>	43	0
<u>StockPrice</u>	44	0
<u>StockPrice</u>	45	0
<u>StockPrice</u>	46	0
<u>StockPrice</u>	47	0
<u>StockPrice</u>	48	0
<u>StockPrice</u>	49	0
<u>StockPrice</u>	50	0
<u>StockPrice</u>	51	0

<u>StockPrice</u>	52	0
<u>StockPrice</u>	53	0
<u>StockPrice</u>	54	0
<u>StockPrice</u>	55	0
<u>StockPrice</u>	56	0
<u>StockPrice</u>	57	0
<u>StockPrice</u>	58	0
<u>StockPrice</u>	59	0
<u>StockPrice</u>	60	0
<u>r</u>	Par.	0.02
<u>beta</u>	Par.	4500
<u>Time</u>	1	0
<u>NumGrafista1</u>	Par.	2
<u>NumTime</u>	Par.	30
<u>NumGrafista2</u>	Par.	3
<u>NumGrafista3</u>	Par.	4
<u>LSPrice</u>	1	2.99573
<u>NumGrafista4</u>	Par.	5
<u>NumGrafista5</u>	Par.	6
<u>NumGrafista6</u>	Par.	7
<u>NumGrafista7</u>	Par.	8
<u>NumGrafista8</u>	Par.	9

---

**Object: Investor**

































































Contained in: Root  
 Containing: Investor

Variables:

Dividend

Parameters:

alfa

**Parameter: divbase**

Contained in: Market  
 Used in: Dividend

**Variable: Dividend**

Contained in: Market  
 Used in: Dividend, Wealth, Fundamentalista, Grafista1, Grafista2, Grafista3, VarPrice,  
StockRate, FundValue, OResult, Result, FPrice  
 Using: divbase, Dividend, w, alfa

Equation code:

```
EQUATION("Dividend")
/*
```

Equação do dividendo pago por uma ação

```
*/
v[0]=V("divbase");
v[1]=VL("Dividend",1);
v[2]=V("w");
v[3]=V("alfa");
v[4]=v[0]+(v[3]*(v[1]-v[0]))+v[2];
RESULT( v[4])
```

**Variable: w**

Contained in: Market  
 Used in: Dividend  
 Using: meanw, varw

*Equation code:*

```
EQUATION("w")
/*
Equação de w
*/
v[0]=V("meanw");
v[1]=V("varw");
v[2]=norm(v[0],v[1]);
RESULT( v[2])
```

---

**Parameter: alfa**

*Contained in:* Market  
*Used in:* Dividend

---

**Parameter: meanw**

*Contained in:* Market  
*Used in:* w

---

**Parameter: varw**

*Contained in:* Market  
*Used in:* w

---

**Variable: StockPrice**

*Contained in:* Market  
*Used in:* Wealth, AvailableCash, StockDemand, T1ExpectGraf1, T1ExpectGraf2, T1ExpectGraf3, T1ExpectGraf4, T1ExpectGraf5, T1ExpectGraf6, T1ExpectGraf7, T1ExpectGraf8, Grafista1, Grafista2, Grafista3, VarPrice, SubmitBid, StockPrice, StockRate, OResult, Result, LSPrice, MinStockPrice, FPrice, QuickPrice, SlowPrice1, SlowPrice2, MinStockPrice1, MinStockPrice2, MinStockPrice3, MinStockPrice4, MaxStockPrice1, MaxStockPrice2, MaxStockPrice3, MaxStockPrice4, SPmmeC, SPmmeL  
*Using:* StockPrice, TotalSB, beta, TotalOB

*Equation code:*

```
EQUATION("StockPrice")
/*
Preço de equilíbrio de mercado
*/
```

```

v[0]=V("TotalSB");
v[1]=V("TotalOB");
v[2]=VL("StockPrice",1);
v[3]=V("beta");
v[4]=(v[0]-v[1])/v[3];
v[5]=exp(v[4]);

RESULT( v[2]*v[5])

```

---

**Parameter: r**

*Contained in:* Market

*Used in:* Wealth, StockDemand

---

**Variable: TotalSB**

*Contained in:* Market

*Used in:* StockPrice

*Using:* SubmitBid

*Equation code:*

```

EQUATION("TotalSB")
/*
Total de apostas de compra de ações no mercado.
*/
v[0]=0;
CYCLE(cur,"Investor")
{
v[1]=VS(cur,"SubmitBid");
v[0]=v[0]+v[1];
}
RESULT(v[0])

```

---

**Variable: StockRate**

*Contained in:* Market

*Used in:* (never used)

*Using:* Dividend, StockPrice

*Equation code:*

```

EQUATION("StockRate")
/*
Taxa de retorno do ativo arriscado

```

```

*/
v[0]=V("StockPrice");
v[1]=VL("StockPrice",1);
v[2]=V("Dividend");
RESULT((v[0]-v[1]+v[2])/v[1] )

```

---

**Parameter: beta**

*Contained in:* Market

*Used in:* StockPrice

---

**Variable: TotalOB**

*Contained in:* Market

*Used in:* StockPrice

*Using:* OfferBid

*Equation code:*

```

EQUATION("TotalOB")
/*
Total de apostas de venda de ações no mercado.
*/
v[0]=0;
CYCLE(cur,"Investor")
{
v[1]=VS(cur,"OfferBid");
v[0]=v[0]+v[1];
}
RESULT( v[0] )

```

---

**Variable: TotalDemand**

*Contained in:* Market

*Used in:* (never used)

*Using:* FinalStockDemand

*Equation code:*

```

EQUATION("TotalDemand")
/*
Equação que determina o total demandado no mercado
*/

```

```

v[0]=0;
CYCLE(cur,"Investor")
{
v[1]=VS(cur,"FinalStockDemand");
v[0]=v[0]+v[1];
}
RESULT(v[0] )

```

---

**Variable: Time**

*Contained in:* Market

*Used in:* Time, ExpectPrice, Grafista1, Grafista2, Grafista3

*Using:* Time

*Equation code:*

```

EQUATION("Time")
/*
Equação que determina o tempo da simulação.
*/
v[0]=VL("Time",1);
v[1]=v[0]+1;

RESULT( v[1])

```

---

**Parameter: NumGrafista1**

*Contained in:* Market

*Used in:* OExpectGraf1, ExpectGraf1, T1ExpectGraf1, Result

---

**Parameter: NumTime**

*Contained in:* Market

*Used in:* ExpectPrice, Grafista1, Grafista2, Grafista3

---

**Parameter: NumGrafista2**

*Contained in:* Market

*Used in:* OExpectGraf2, ExpectGraf2, T1ExpectGraf2, Result

---

**Parameter: NumGrafista3**

Contained in: Market

Used in: OExpectGraf3, ExpectGraf3, T1ExpectGraf3, Result

---

**Variable: FundValue**

Contained in: Market

Used in: FPrice

Using: Dividendg, k

Equation code:

```
EQUATION("FundValue")
```

```
/*
```

Equação que determina o valor fundamental do ativo arriscado negociado no mercado.

```
*/
```

```
v[0]=V("Dividend");
```

```
v[1]=V("g");
```

```
v[2]=V("k");
```

```
v[4]=v[0]*(1+v[1]);
```

```
v[3]=v[4]/(v[2]-v[1]);
```

```
RESULT(v[3])
```

---

**Variable: LSPrice**

Contained in: Market

Used in: DLSPrice

Using: StockPrice

Equation code:

```
EQUATION("LSPrice")
```

```
/*
```

Log do preço de equilíbrio de mercado

```
*/
```

```
v[0]=V("StockPrice");
```

```
v[1]=log(v[0]);
```

```
RESULT(v[1])
```

---

**Variable: DLSPrice**

Contained in: Market

Used in: (never used)

Using: LSPrice

*Equation code:*

```

EQUATION("DLSPrice")
/*
Taxa de variação do preço de equilíbrio de mercado
*/
v[0]=V("LSPrice");
v[1]=VL("LSPrice",1);
v[2]=v[0]-v[1];
RESULT(v[2])

```

---

**Parameter: NumGrafista4**

*Contained in:* Market

*Used in:* ExpectGraf4, T1ExpectGraf4, Result

---

**Parameter: NumGrafista5**

*Contained in:* Market

*Used in:* ExpectGraf5, T1ExpectGraf5, Result

---

**Parameter: NumGrafista6**

*Contained in:* Market

*Used in:* ExpectGraf6, T1ExpectGraf6, Result

---

**Parameter: NumGrafista7**

*Contained in:* Market

*Used in:* ExpectGraf7, T1ExpectGraf7, Result

---

**Parameter: NumGrafista8**

*Contained in:* Market

*Used in:* ExpectGraf8, T1ExpectGraf8, Result

---

**Object: Investor**

Contained in: Root—>Market

Variables:

Parameters:

**Parameter: lambda**

Contained in: Investor

Used in: StockDemand

**Variable: Wealth**

Contained in: Investor

Used in: Wealth, AvailableCash

Using: Dividend, StockPrice, rWealth, FinalStockDemand

Equation code:

EQUATION("Wealth")

/\*

Valor da riqueza do agente no período t.

\*/

v[0]=V("FinalStockDemand");

v[1]=V("StockPrice");

v[2]=VL("Wealth",1);

v[3]=V("Dividend");

v[4]=V("r");

v[5]=VL("FinalStockDemand",1);

v[6]=VL("StockPrice",1);

RESULT((v[0]\*(v[1]+v[3]))+((1+v[4])\*(v[2]-(v[5]\*v[6]))))

**Variable: StockDemand**

Contained in: Investor

Used in: SubmitBid, OfferBid

Using: StockPrice, rlambda, ExpectPrice, ModVarPrice

*Equation code:*

```

EQUATION("StockDemand")
/*
Equação da quantidade demandada de ações pelos agentes
*/
v[0]=V("ExpectPrice");
v[1]=VL("StockPrice",1);
v[2]=V("t");
v[3]=V("lambda");
v[4]=V("ModVarPrice");
v[5]=(v[0]-((1+v[2])*v[1]))/(v[3]*v[4]);

if(v[5]>=5)
v[6]=5;
else
v[6]=v[5];

if(v[6]<=-5)
v[7]=-5;
else
v[7]=v[6];
RESULT(v[7])

```

---

**Variable:** ExpectPrice

*Contained in:* Investor

*Used in:* StockDemand, VarPrice, OResult, Result

*Using:* Time, NumTimeFundamentalista, ExpectGraf1

*Equation code:*

```

EQUATION("ExpectPrice")
/*
Equação que determina as expectativas dos agentes como fundamentalistas, quando o tempo
necessário para mudança de expectativas não decorreu.
*/
v[0]=V("Time");
v[1]=V("NumTime");
v[2]=V("Fundamentalista");
v[3]=V("ExpectGraf1");
if(v[0]<=v[1])
v[4]=v[2];
else
v[4]=v[3];

RESULT( v[4])

```

---

**Variable: VarPrice**

*Contained in:* Investor

*Used in:* VarPrice, ModVarPrice, AtConfidence

*Using:* Dividend, StockPriceExpectPrice, VarPrice, teta

*Equation code:*

```

EQUATION("VarPrice")
/*
Equação da variância das expectativas.
*/
v[0]=VL("ExpectPrice",1);
v[1]=VL("VarPrice",1);
v[2]=VL("StockPrice",1);
v[3]=V("Dividend");
v[4]=V("teta");
v[5]=(v[2]+v[3])-v[0];
v[6]=pow(v[5],2);
RESULT(((1-v[4])*v[1])+(v[4]*v[6]))

```

---

**Parameter: g**

*Contained in:* Investor

*Used in:* Fundamentalista, FundValue, FPrice

---

**Parameter: k**

*Contained in:* Investor

*Used in:* Fundamentalista, FundValue

---

**Variable: SubmitBid**

*Contained in:* Investor

*Used in:* TotalSB, FinalStockDemand

*Using:* StockPriceStockDemand, AvailableCash, FinalStockDemand

*Equation code:*

```

EQUATION("SubmitBid")
/*
Equação que determina a submissão de ofertas de compra de ações.
*/

```

```

v[0]=VL("FinalStockDemand",1);
v[1]=V("StockDemand");
v[3]=VL("StockPrice",1);
v[4]=V("AvailableCash");

```

```

if(v[1]>=v[0])
v[2]=v[1]-v[0];
else
v[2]=0;
v[5]=v[2]*v[3];

```

```

if(v[5]>v[4])
v[6]=v[4]/v[3];
else
v[6]=v[2];

```

```

RESULT( v[6])

```

---

**Variable: OfferBid**

*Contained in:* Investor

*Used in:* TotalOB, FinalStockDemand

*Using:* StockDemand, FinalStockDemand

*Equation code:*

```

EQUATION("OfferBid")

```

```

/*

```

Equação que determina a submissão de ofertas de venda de ações.

```

*/

```

```

v[0]=VL("FinalStockDemand",1);
v[1]=V("StockDemand");

```

```

if(v[1]<v[0])
v[2]=v[0]-v[1];
else
v[2]=0;
RESULT( v[2] )

```

---

**Variable: Fundamentalista**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectPrice, ExpectGraf8, T1ExpectGraf8

*Using:* Dividendg, k

*Equation code:*

```
EQUATION("Fundamentalista")
```

```
/*
```

Equação que determina a formação de expectativas por agentes fundamentalistas.

```
*/
```

```
v[0]=V("Dividend");
```

```
v[1]=V("g");
```

```
v[2]=V("k");
```

```
v[3]=v[0]*(1+v[1]);
```

```
v[4]=v[3]/(v[2]-v[1]);
```

```
RESULT(v[4]+v[3])
```

**Variable: Grafista1**

*Contained in:* Investor

*Used in:* OExpectGraf1

*Using:* Dividend, StockPrice, Time, NumTime

*Equation code:*

```
EQUATION("Grafista1")
```

```
/*
```

Equação que determina a formação de expectativas por agentes grafistas.

```
*/
```

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
```

```
v[1]=VL("StockPrice",2);
```

```
v[4]=V("Time");
```

```
v[5]=VL("Dividend",1);
```

```
v[6]=V("NumTime");
```

```
v[2]=(v[0]/v[1])-1;
```

```
v[8]=1+v[2];
```

```
v[3]=pow(v[8],2);
```

```
v[7]=v[0]*v[3];
```

```
v[10]=v[5]*v[8];
```

```
if(v[4]>v[6])
```

```
v[11]=v[7]+v[10];/*v[3] alterar para v[11]*/
```

```
else
```

```
v[11]=0;
```

```
RESULT(v[11])
```

**Parameter: IdInvestor**

*Contained in:* Investor

*Used in:* OExpectGraf1, ExpectGraf1, T1ExpectGraf1, OExpectGraf2, ExpectGraf2, T1ExpectGraf2, OExpectGraf3, ExpectGraf3, T1ExpectGraf3, ExpectGraf4, T1ExpectGraf4, ExpectGraf5, T1ExpectGraf5, ExpectGraf6, T1ExpectGraf6, ExpectGraf7, T1ExpectGraf7, ExpectGraf8, T1ExpectGraf8, Result

---

**Parameter: teta**

*Contained in:* Investor

*Used in:* VarPrice

---

**Variable: Grafista2**

*Contained in:* Investor

*Used in:* OExpectGraf2

*Using:* Dividend, StockPrice, Time, NumTime

*Equation code:*

EQUATION("Grafista2")

/\*

Equação que determina a formação de expectativas por agentes grafistas com memória = 5.

\*/

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[15]=VL("Dividend",1);
v[17]=V("Time");
v[19]=V("NumTime");
v[6]=(v[0]/v[1])-1;
v[7]=(v[0]/v[2])-1;
v[8]=(v[0]/v[3])-1;
v[9]=(v[0]/v[4])-1;
v[10]=(v[0]/v[5])-1;
v[11]=(v[6]+v[7]+v[8]+v[9]+v[10])/5;
v[12]=1+v[11];
v[13]=pow(v[12],2);
v[14]=v[0]*v[13];
v[16]=v[15]*v[12];
```

```
if(v[17]>v[19])
```

```
v[18]=v[14]+v[16];
```

```
else
```

v[18]=0;

RESULT( v[18])

---

**Variable: ExpectGraf2**

*Contained in:* Investor

*Used in:* OExpectGraf1, ExpectGraf1, T1ExpectGraf1

*Using:* NumGrafista2IdInvestor, ExpectGraf3, MaxStockPrice2

*Equation code:*

EQUATION("ExpectGraf2")

/\*

Equação que determina as expectativas dos agentes grafistas 2, com memória captada pelo indicador preço máximo de 20 períodos.

\*/

v[0]=V("ExpectGraf3");

v[1]=V("NumGrafista2");

v[2]=V("IdInvestor");

v[3]=V("MaxStockPrice2");

if(v[2]==v[1])

v[4]=v[3];

else

v[4]=v[0];

RESULT( v[4])

---

**Variable: Grafista3**

*Contained in:* Investor

*Used in:* OExpectGraf3

*Using:* Dividend, StockPrice, Time, NumTime

*Equation code:*

EQUATION("Grafista3")

/\*

Equação que determina a formação de expectativas por agentes grafistas com memória = 10.

```

*/
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[24]=VL("Dividend",1);
v[25]=V("Time");
v[26]=V("NumTime");
v[11]=(v[0]/v[1])-1;
v[12]=(v[0]/v[2])-1;
v[13]=(v[0]/v[3])-1;
v[14]=(v[0]/v[4])-1;
v[15]=(v[0]/v[5])-1;
v[16]=(v[0]/v[6])-1;
v[17]=(v[0]/v[7])-1;
v[18]=(v[0]/v[8])-1;
v[19]=(v[0]/v[9])-1;
v[20]=(v[0]/v[10])-1;
v[21]=(v[11]+v[12]+v[13]+v[14]+v[15]+v[16]+v[17]+v[18]+v[19]+v[20])/10;
v[22]=1+v[21];
v[23]=pow(v[22],2);
v[27]=v[0]*v[23];
v[28]=v[24]*v[22];

if(v[25]>v[26])
v[29]=v[27]+v[28];
else
v[29]=0;

RESULT( v[29])

```

---

**Variable: ExpectGraf3**

*Contained in:* Investor

*Used in:* OExpectGraf2, ExpectGraf2, T1ExpectGraf2

*Using:* NumGrafista3IdInvestor, MaxStockPrice3, ExpectGraf4

*Equation code:*

```
EQUATION("ExpectGraf3")
/*
```

Equação que determina as expectativas dos agentes grafistas 3 quanto ao preço da ação, por meio do máximo preço de 30 períodos.

```
*/
v[0]=V("ExpectGraf4");
v[1]=V("NumGrafista3");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("MaxStockPrice3");
if(v[2]==v[1])
v[4]=v[3];
else
v[4]=v[0];
RESULT( v[4])
```

---

**Variable: AvailableCash**

*Contained in:* Investor

*Used in:* SubmitBid

*Using:* StockPriceWealth, FinalStockDemand

*Equation code:*

```
EQUATION("AvailableCash")
/*
```

Equação que determina a quantidade de dinheiro disponível para aplicação financeira no ativo arriscado.

```
*/
v[0]=VL("Wealth",1);
v[1]=VL("FinalStockDemand",1);
v[2]=VL("StockPrice",1);
v[3]=v[0]-(v[1]*v[2]);

RESULT(v[3] )
```

---

**Variable: FinalStockDemand**

*Contained in:* Investor

*Used in:* Wealth, AvailableCash, SubmitBid, OfferBid, FinalStockDemand, TotalDemand

*Using:* SubmitBid, OfferBid, FinalStockDemand

*Equation code:*

```
EQUATION("FinalStockDemand")
```

```
/*
```

Equação que determina a demanda final de ações dos agentes.

```
*/
```

```
v[0]=VL("FinalStockDemand",1);
```

```
v[1]=V("SubmitBid");
```

```
v[2]=V("OfferBid");
```

```
v[3]=v[0]+v[1]-v[2];
```

```
RESULT(v[3] )
```

---

**Variable: Result**

*Contained in:* Investor

*Used in:* AtConfidence

*Using:* Dividend, StockPrice, NumGrafista1, NumGrafista2, NumGrafista3, NumGrafista4, NumGrafista5, NumGrafista6, NumGrafista7, NumGrafista8ExpectPrice, IdInvestor

*Equation code:*

```
EQUATION("Result")
```

```
/*
```

Equação que determina a diferença entre as expectativas dos agentes e as realizações no mercado.

```
*/
```

```
v[0]=VL("ExpectPrice",1);
```

```
v[1]=VL("StockPrice",1);
```

```
v[2]=VL("Dividend",1);
```

```
v[3]=v[1]+v[2];
```

```
v[4]=v[3]-v[0];
```

```
v[5]=V("IdInvestor");
```

```
v[6]=V("NumGrafista1");
```

```
v[7]=V("NumGrafista2");
```

```
v[8]=V("NumGrafista3");
```

```
v[9]=V("NumGrafista4");
```

```
v[10]=V("NumGrafista5");
```

```
v[11]=V("NumGrafista6");
```

```
v[12]=V("NumGrafista7");
```

```
v[13]=V("NumGrafista8");
```

```
if(v[5]==v[6] || v[5]==v[7] || v[5]==v[8] || v[5]==v[9] || v[5]==v[10] || v[5]==v[11]
```

```
|| v[5]==v[12] || v[5]==v[13])
```

```
v[14]=v[1]-v[0];
```

```
else
```

```
v[14]=v[4];
```

```
RESULT(v[14] )
```

---

**Variable: Confidence**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ModVarPrice, T1Confidence, TransConfidence, AtConfidence

*Using:* AtConfidence

*Equation code:*

```
EQUATION("Confidence")
```

```
/*
```

```
Equação que determina o nível de confiança atualizado dos agentes.
```

```
*/
```

```
v[0]=V("AtConfidence");
```

```
v[1]=1-v[0];
```

```
v[2]=log(v[1]);
```

```
v[3]=log(0.5);
```

```
v[4]=v[2]/v[3];
```

```
v[5]=pow(v[4],4);
```

```
RESULT( v[5])
```

---

**Variable: ModVarPrice**

*Contained in:* Investor

*Used in:* StockDemand

*Using:* VarPrice, Confidence

*Equation code:*

```
EQUATION("ModVarPrice")
```

```
/*
```

```
Equação que determina a variância das expectativas, levando-se em conta o excesso de confiança dos agentes como um erro de calibração.
```

```
*/
```

```
v[1]=V("VarPrice");
```

```
v[2]=V("Confidence");
```

```
RESULT( v[1]*v[2])
```

---

**Variable: TransConfidence**

*Contained in:* Investor

*Used in:* AtConfidence

*Using:* Confidence

*Equation code:*

EQUATION("TransConfidence")

/\*

Equação que determina a transformação do nível de confiança dos agentes, para posterior atualização destes níveis com base no resultado de suas aplicações.

\*/

v[0]=VL("Confidence",1);

v[1]=pow(v[0],0.25);

v[2]=v[1]\*-1;

v[3]=pow(2,v[2]);

v[4]=1-v[3];

RESULT(v[4] )

---

**Parameter: a**

*Contained in:* Investor

*Used in:* AtConfidence

---

**Parameter: b**

*Contained in:* Investor

*Used in:* AtConfidence

---

**Variable: AtConfidence**

*Contained in:* Investor

*Used in:* Confidence

*Using:* VarPrice, Result, Confidence, TransConfidence, a, b

---

*Equation code:*

EQUATION("AtConfidence")

/\*

Atualiza o nível de confiança dos agentes.

\*/

v[0]=V("TransConfidence");

v[1]=V("Result");

v[2]=V("a");

v[3]=V("b");

v[6]=V("VarPrice");

v[7]=VL("Confidence",1);

v[5]=abs(v[1]);

v[8]=sqrt(v[6]);

```
v[9]=2*v[7]*v[8];
```

```
if(v[5]<v[9])
v[4]=v[0]*v[2];
else
v[4]=v[0]*v[3];
```

```
RESULT( v[4])
```

**Variable: MaxStockPrice1**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf1, T1ExpectGraf1

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

```
EQUATION("MaxStockPrice1")
/*
```

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ao ser menor do que seu valor fundamental.

```
*/
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=max(v[0],v[1]);
v[11]=max(v[10],v[2]);
v[12]=max(v[11],v[3]);
v[13]=max(v[12],v[4]);
v[14]=max(v[13],v[5]);
v[15]=max(v[14],v[6]);
v[16]=max(v[15],v[7]);
v[17]=max(v[16],v[8]);
v[18]=max(v[17],v[9]);
RESULT(v[18])
```

**Variable: MaxStockPrice2**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf2, T1ExpectGraf2

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

EQUATION("MaxStockPrice2")

/\*

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ser menor do que seu valor fundamental.

\*/

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[11]=VL("StockPrice",12);
v[12]=VL("StockPrice",13);
v[13]=VL("StockPrice",14);
v[14]=VL("StockPrice",15);
v[15]=VL("StockPrice",16);
v[16]=VL("StockPrice",17);
v[17]=VL("StockPrice",18);
v[18]=VL("StockPrice",19);
v[19]=VL("StockPrice",20);
v[20]=max(v[0],v[1]);
v[21]=max(v[20],v[2]);
v[22]=max(v[21],v[3]);
v[23]=max(v[22],v[4]);
v[24]=max(v[23],v[5]);
v[25]=max(v[24],v[6]);
v[26]=max(v[25],v[7]);
v[27]=max(v[26],v[8]);
v[28]=max(v[27],v[9]);
v[29]=max(v[28],v[10]);
v[30]=max(v[29],v[11]);
v[31]=max(v[30],v[12]);
v[32]=max(v[31],v[13]);
v[33]=max(v[32],v[14]);
v[34]=max(v[33],v[15]);
v[35]=max(v[34],v[16]);
v[36]=max(v[35],v[17]);
v[37]=max(v[36],v[18]);
```

```
v[38]=max(v[37],v[19]);
RESULT(v[38])
```

---

**Variable: MaxStockPrice3**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf3, T1ExpectGraf3

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

```
EQUATION("MaxStockPrice3")
```

```
/*
```

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ser menor do que seu valor fundamental.

```
*/
```

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[11]=VL("StockPrice",12);
v[12]=VL("StockPrice",13);
v[13]=VL("StockPrice",14);
v[14]=VL("StockPrice",15);
v[15]=VL("StockPrice",16);
v[16]=VL("StockPrice",17);
v[17]=VL("StockPrice",18);
v[18]=VL("StockPrice",19);
v[19]=VL("StockPrice",20);
v[20]=VL("StockPrice",21);
v[21]=VL("StockPrice",22);
v[22]=VL("StockPrice",23);
v[23]=VL("StockPrice",24);
v[24]=VL("StockPrice",25);
v[25]=VL("StockPrice",26);
v[26]=VL("StockPrice",27);
v[27]=VL("StockPrice",28);
v[28]=VL("StockPrice",29);
```

```

v[29]=VL("StockPrice",30);
v[30]=max(v[0],v[1]);
v[31]=max(v[30],v[2]);
v[32]=max(v[31],v[3]);
v[33]=max(v[32],v[4]);
v[34]=max(v[33],v[5]);
v[35]=max(v[34],v[6]);
v[36]=max(v[35],v[7]);
v[37]=max(v[36],v[8]);
v[38]=max(v[37],v[9]);
v[39]=max(v[38],v[10]);
v[40]=max(v[39],v[11]);
v[41]=max(v[40],v[12]);
v[42]=max(v[41],v[13]);
v[43]=max(v[42],v[14]);
v[44]=max(v[43],v[15]);
v[45]=max(v[44],v[16]);
v[46]=max(v[45],v[17]);
v[47]=max(v[46],v[18]);
v[48]=max(v[47],v[19]);
v[49]=max(v[48],v[20]);
v[50]=max(v[49],v[21]);
v[51]=max(v[50],v[22]);
v[52]=max(v[51],v[23]);
v[53]=max(v[52],v[24]);
v[54]=max(v[53],v[25]);
v[55]=max(v[54],v[26]);
v[56]=max(v[55],v[27]);
v[57]=max(v[56],v[28]);
v[58]=max(v[57],v[29]);
RESULT(v[58])

```

---

**Variable: QuickPrice**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf4, T1ExpectGraf4

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

EQUATION("QuickPrice")

/\*

Equação que determina a formação de expectativas por agentes grafistas.

\*/

v[0]=VL("StockPrice",1);

v[1]=VL("StockPrice",2);

v[2]=VL("StockPrice",3);

v[3]=VL("StockPrice",4);

```

v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=(v[0]+v[1]+v[2]+v[3]+v[4]+v[5]+v[6]+v[7]+v[8]+v[9])/10;
RESULT(v[10])

```

---

**Variable: SlowPrice2**

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

EQUATION("SlowPrice2")

/\*

Equação que determina a formação de expectativas por agentes grafistas.

\*/

```

v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[11]=VL("StockPrice",12);
v[12]=VL("StockPrice",13);
v[13]=VL("StockPrice",14);
v[14]=VL("StockPrice",15);
v[15]=VL("StockPrice",16);
v[16]=VL("StockPrice",17);
v[17]=VL("StockPrice",18);
v[18]=VL("StockPrice",19);
v[19]=VL("StockPrice",20);
v[20]=VL("StockPrice",21);
v[21]=VL("StockPrice",22);
v[22]=VL("StockPrice",23);
v[23]=VL("StockPrice",24);
v[24]=VL("StockPrice",25);
v[25]=VL("StockPrice",26);
v[26]=VL("StockPrice",27);

```

```

v[27]=VL("StockPrice",28);
v[28]=VL("StockPrice",29);
v[29]=VL("StockPrice",30);
v[30]=(v[0]+v[1]+v[2]+v[3]+v[4]+v[5]+v[6]+v[7]+v[8]+v[9]+v[10]+v[11]+v[12]+v[13]+v[14]+v[15]
+v[16]+v[17]+v[18]+v[19]+v[20]+v[21]+v[22]+v[23]+v[24]+v[25]+v[26]+v[27]
+v[28]+v[29])/30;
RESULT(v[30])

```

---

**Variable: KC**

*Contained in:* Investor

*Used in:* SPmmeC

*Using:* NC

*Equation code:*

```
EQUATION("KC")
```

/\*

Peso usado no preço médio exponencial da ação calculado para 10 períodos.

\*/

```
v[0]=V("NC");
```

```
v[1]=2/(v[0]+1);
```

```
RESULT(v[1])
```

---

**Parameter: NC**

*Contained in:* Investor

*Used in:* KC

---

**Variable: SPmmeC**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf8, SPmmeC

*Using:* StockPriceKC, SPmmeC

*Equation code:*

```
EQUATION("SPmmeC")
```

/\*

Preço médio exponencial da ação calculado para 10 períodos.

\*/

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
```

```
v[1]=V("KC");
```

```
v[2]=VL("SPmmeC",2);
```

$v[3]=(v[0]-v[2])*v[1]+v[2];$   
 RESULT(v[3])

---

**Variable: ExpectGraf4**

*Contained in:* Investor

*Used in:* OExpectGraf3, ExpectGraf3, T1ExpectGraf3

*Using:* NumGrafista4IdInvestor, QuickPrice, ExpectGraf5

*Equation code:*

EQUATION("ExpectGraf4")

/\*

Equação que determina as expectativas dos agentes grafistas 4, por uma média móvel simples curta de 10 períodos.

\*/

v[0]=V("ExpectGraf5");

v[1]=V("NumGrafista4");

v[2]=V("IdInvestor");

v[3]=V("QuickPrice");

if(v[2]==v[1])

v[4]=v[3];

else

v[4]=v[0];

RESULT( v[4])

---

**Variable: ExpectGraf5**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf4, T1ExpectGraf4

*Using:* NumGrafista5IdInvestor, MinStockPrice1, ExpectGraf6

*Equation code:*

EQUATION("ExpectGraf5")

/\*

Equação que determina as expectativas dos agentes grafistas 5, através do preço mínimo de 10 períodos.

\*/

v[0]=V("ExpectGraf6");

v[1]=V("NumGrafista5");

v[2]=V("IdInvestor");

v[3]=V("MinStockPrice1");

if(v[2]==v[1])

```
v[4]=v[3];
else
v[4]=v[0];
RESULT( v[4])
```

---

**Variable: SlowPrice1**

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

EQUATION("SlowPrice1")

/\*

Equação que determina a formação de expectativas por agentes grafistas.

\*/

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[11]=VL("StockPrice",12);
v[12]=VL("StockPrice",13);
v[13]=VL("StockPrice",14);
v[14]=VL("StockPrice",15);
v[15]=VL("StockPrice",16);
v[16]=VL("StockPrice",17);
v[17]=VL("StockPrice",18);
v[18]=VL("StockPrice",19);
v[19]=VL("StockPrice",20);
v[20]=(v[0]+v[1]+v[2]+v[3]+v[4]+v[5]+v[6]+v[7]+v[8]+v[9]+v[10]+v[11]+v[12]+v[13]+v[14]+v[15]+v[16]+v[17]+v[18]+v[19])/20;
RESULT(v[20])
```

---

**Variable: SPmmeL**

*Contained in:* Investor

*Used in:* T1ExpectGraf8, SPmmeL

Using: StockPriceSPmmeL, KL

Equation code:

```
EQUATION("SPmmeL")
/*
Preço médio exponencial da ação calculado para 60 períodos.
*/
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=V("KL");
v[2]=VL("SPmmeL",2);
v[3]=(v[0]-v[2])*v[1]+v[2];
RESULT(v[3])
```

---

**Variable:** KL

Contained in: Investor

Used in: SPmmeL

Using: NL

Equation code:

```
EQUATION("KL")
/*
Peso usado no preço médio exponencial da ação calculado para 60 períodos.
*/
v[0]=V("NL");
v[1]=2/(v[0]+1);
RESULT(v[1])
```

---

**Parameter:** NL

Contained in: Investor

Used in: KL

---

**Variable:** MinStockPrice1

Contained in: Investor

Used in: ExpectGraf5, T1ExpectGraf5

Using: StockPrice

Equation code:

```
EQUATION("MinStockPrice1")
/*
```

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ser menor do que seu valor fundamental.

\*/

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=min(v[0],v[1]);
v[11]=min(v[10],v[2]);
v[12]=min(v[11],v[3]);
v[13]=min(v[12],v[4]);
v[14]=min(v[13],v[5]);
v[15]=min(v[14],v[6]);
v[16]=min(v[15],v[7]);
v[17]=min(v[16],v[8]);
v[18]=min(v[17],v[9]);
RESULT(v[18])
```

**Variable: MinStockPrice2**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf6, T1ExpectGraf6

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

EQUATION("MinStockPrice2")

/\*

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ser menor do que seu valor fundamental.

\*/

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
```

```

v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[11]=VL("StockPrice",12);
v[12]=VL("StockPrice",13);
v[13]=VL("StockPrice",14);
v[14]=VL("StockPrice",15);
v[15]=VL("StockPrice",16);
v[16]=VL("StockPrice",17);
v[17]=VL("StockPrice",18);
v[18]=VL("StockPrice",19);
v[19]=VL("StockPrice",20);
v[20]=min(v[0],v[1]);
v[21]=min(v[20],v[2]);
v[22]=min(v[21],v[3]);
v[23]=min(v[22],v[4]);
v[24]=min(v[23],v[5]);
v[25]=min(v[24],v[6]);
v[26]=min(v[25],v[7]);
v[27]=min(v[26],v[8]);
v[28]=min(v[27],v[9]);
v[29]=min(v[28],v[10]);
v[30]=min(v[29],v[11]);
v[31]=min(v[30],v[12]);
v[32]=min(v[31],v[13]);
v[33]=min(v[32],v[14]);
v[34]=min(v[33],v[15]);
v[35]=min(v[34],v[16]);
v[36]=min(v[35],v[17]);
v[37]=min(v[36],v[18]);
v[38]=min(v[37],v[19]);
RESULT(v[38])

```

**Variable:** ExpectGraf1

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectPrice

*Using:* NumGrafista1, IdInvestor, ExpectGraf2, MaxStockPrice1

*Equation code:*

EQUATION("ExpectGraf1")

/\*

Formação de expectativas quanto ao preço futuro da ação, por meio do indicador preço máximo de 10 períodos do grafista 1.

\*/

v[1]=V("MaxStockPrice1");

v[2]=V("IdInvestor");

v[3]=V("NumGrafista1");

```

v[4]=V("ExpectGraf2");
if(v[2]==v[3])
v[5]=v[1];
else
v[5]=v[4];
RESULT(v[5])

```

---

**Variable: T1ExpectGraf1**

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice, NumGrafista1IdInvestor, ExpectGraf2, MaxStockPrice1

*Equation code:*

EQUATION("T1ExpectGraf1")

/\*

Formação de expectativas do grafista 1 quanto ao preço futuro por meio do indicador preço máximo de 50 períodos e considerando-se viés de aversão ao risco.

\*/

```

v[1]=V("MaxStockPrice1");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("NumGrafista1");
v[4]=V("ExpectGraf2");
v[5]=VL("StockPrice",1);
v[6]=v[5]-v[1];
v[7]=abs(v[6]);
v[8]=(1)*pow(v[7],0.88);
v[9]=v[1]+v[8];
v[10]=(1)*(-2.25)*pow(v[7],0.88);
v[11]=v[1]+v[10];
if(v[2]==v[3]&&v[5]>v[1])
v[12]=v[9];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]<v[1])
v[12]=v[11];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]==v[1])
v[12]=v[1];
else
if(!(v[2]==v[3]))
v[12]=v[4];
RESULT(v[12])

```

---

**Variable: T1ExpectGraf2***Contained in:* Investor*Used in:* (never used)*Using:* StockPrice, NumGrafista2IdInvestor, ExpectGraf3, MaxStockPrice2*Equation code:*

EQUATION("T1ExpectGraf2")

/\*

Formação de expectativas do grafista 1 quanto ao preço futuro por meio do indicador preço máximo de 50 períodos e considerando-se o viés de aversão ao risco.

\*/

```

v[1]=V("MaxStockPrice2");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("NumGrafista2");
v[4]=V("ExpectGraf3");
v[5]=VL("StockPrice",1);
v[6]=(v[5]-v[1]);
v[7]=abs(v[6]);
v[8]=(1)*pow(v[7],0.88);
v[9]=v[1]+v[8];
v[10]=(1)*(-2.25)*pow(v[7],0.88);
v[11]=v[1]+v[10];
if(v[2]==v[3]&&v[5]>v[1])
v[12]=v[9];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]<v[1])
v[12]=v[11];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]==v[1])
v[12]=v[1];
else
if(!(v[2]==v[3]))
v[12]=v[4];
RESULT(v[12])

```

**Variable: T1ExpectGraf3***Contained in:* Investor*Used in:* (never used)*Using:* StockPrice, NumGrafista3IdInvestor, MaxStockPrice3, ExpectGraf4*Equation code:*

EQUATION("T1ExpectGraf3")

/\*

Formação de expectativas do grafista 1 quanto ao preço futuro por meio do indicador preço máximo de 50 períodos e considerando-se o viés de aversão ao risco.

\*/

```
v[1]=V("MaxStockPrice3");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("NumGrafista3");
v[4]=V("ExpectGraf4");
v[5]=VL("StockPrice",1);
v[6]=v[5]-v[1];
v[7]=abs(v[6]);
v[8]=(1)*pow(v[6],0.88);
v[9]=v[1]+v[8];
v[10]=(1)*(-2.25)*pow(v[7],0.88);
v[11]=v[1]+v[10];
if(v[2]==v[3]&&v[5]>v[1])
v[12]=v[9];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]<v[1])
v[12]=v[11];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]==v[1])
v[12]=v[1];
else
if(!(v[2]==v[3]))
v[12]=v[4];
RESULT(v[12])
```

**Variable:** T1ExpectGraf4

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice, NumGrafista4IdInvestor, QuickPrice, ExpectGraf5

*Equation code:*

EQUATION("T1ExpectGraf4")

/\*

Formação de expectativas do grafista 1 quanto ao preço futuro por meio do indicador preço máximo de 50 períodos e considerando-se o viés de aversão ao risco.

\*/

```
v[1]=V("QuickPrice");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("NumGrafista4");
```

```

v[4]=V("ExpectGraf5");
v[5]=VL("StockPrice",1);
v[6]=(v[5]-v[1]);
v[7]=abs(v[6]);
v[8]=(1)*pow(v[7],0.88);
v[9]=v[1]+v[8];
v[10]=(1)*(-2.25)*pow(v[7],0.88);
v[11]=v[1]+v[10];
if(v[2]==v[3]&&v[5]>v[1])
v[12]=v[9];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]<v[1])
v[12]=v[11];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]==v[1])
v[12]=v[1];
else
if(!(v[2]==v[3]))
v[12]=v[4];
RESULT(v[12])

```

---

**Variable: T1ExpectGraf5**

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice, NumGrafista5IdInvestor, MinStockPrice1, ExpectGraf6

*Equation code:*

EQUATION("T1ExpectGraf5")

/\*

Formação de expectativas do grafista 1 quanto ao preço futuro por meio do indicador preço máximo de 50 períodos e considerando-se o viés de aversão ao risco.

\*/

```

v[1]=V("MinStockPrice1");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("NumGrafista5");
v[4]=V("ExpectGraf6");
v[5]=VL("StockPrice",1);
v[6]=(v[5]-v[1]);
v[7]=abs(v[6]);
v[8]=(1)*pow(v[7],0.88);
v[9]=v[1]+v[8];
v[10]=(1)*(-2.25)*pow(v[7],0.88);
v[11]=v[1]+v[10];
if(v[2]==v[3]&&v[5]>v[1])

```

```

v[12]=v[9];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]<v[1])
v[12]=v[11];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]==v[1])
v[12]=v[1];
else
if(!(v[2]==v[3]))
v[12]=v[4];
RESULT(v[12])

```

---

**Variable: T1ExpectGraf6**

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice, NumGrafista6IdInvestor, MinStockPrice2, ExpectGraf7

*Equation code:*

EQUATION("T1ExpectGraf6")

/\*

Formação de expectativas do grafista 1 quanto ao preço futuro por meio do indicador preço máximo de 50 períodos e considerando-se o viés de aversão ao risco.

\*/

```

v[1]=V("MinStockPrice2");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("NumGrafista6");
v[4]=V("ExpectGraf7");
v[5]=VL("StockPrice",1);
v[6]=(v[5]-v[1]);
v[7]=abs(v[6]);
v[8]=(1)*pow(v[7],0.88);
v[9]=v[1]+v[8];
v[10]=(1)*(-2.25)*pow(v[7],0.88);
v[11]=v[1]+v[10];
if(v[2]==v[3]&&v[5]>v[1])
v[12]=v[9];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]<v[1])
v[12]=v[11];
else
if(v[2]==v[3]&&v[5]==v[1])
v[12]=v[1];
else
if(!(v[2]==v[3]))

```

```
v[12]=v[4];
RESULT(v[12])
```

---

**Variable: ExpectGraf6**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf5, T1ExpectGraf5

*Using:* NumGrafista6IdInvestor, MinStockPrice2, ExpectGraf7

*Equation code:*

```
EQUATION("ExpectGraf6")
```

```
/*
```

Equação que determina as expectativas dos agentes grafistas 6, pelo preço mínimo de 20 períodos.

```
*/
```

```
v[0]=V("ExpectGraf7");
```

```
v[1]=V("NumGrafista6");
```

```
v[2]=V("IdInvestor");
```

```
v[3]=V("MinStockPrice2");
```

```
if(v[2]==v[1])
```

```
v[4]=v[3];
```

```
else
```

```
v[4]=v[0];
```

```
RESULT( v[4])
```

---

**Variable: MaxStockPrice4**

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

```
EQUATION("MaxStockPrice4")
```

```
/*
```

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ser menor do que seu valor fundamental.

```
*/
```

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
```

```
v[1]=VL("StockPrice",2);
```

```
v[2]=VL("StockPrice",3);
```

```
v[3]=VL("StockPrice",4);
```

v[4]=VL("StockPrice",5);  
v[5]=VL("StockPrice",6);  
v[6]=VL("StockPrice",7);  
v[7]=VL("StockPrice",8);  
v[8]=VL("StockPrice",9);  
v[9]=VL("StockPrice",10);  
v[10]=VL("StockPrice",11);  
v[11]=VL("StockPrice",12);  
v[12]=VL("StockPrice",13);  
v[13]=VL("StockPrice",14);  
v[14]=VL("StockPrice",15);  
v[15]=VL("StockPrice",16);  
v[16]=VL("StockPrice",17);  
v[17]=VL("StockPrice",18);  
v[18]=VL("StockPrice",19);  
v[19]=VL("StockPrice",20);  
v[20]=VL("StockPrice",21);  
v[21]=VL("StockPrice",22);  
v[22]=VL("StockPrice",23);  
v[23]=VL("StockPrice",24);  
v[24]=VL("StockPrice",25);  
v[25]=VL("StockPrice",26);  
v[26]=VL("StockPrice",27);  
v[27]=VL("StockPrice",28);  
v[28]=VL("StockPrice",29);  
v[29]=VL("StockPrice",30);  
v[30]=VL("StockPrice",31);  
v[31]=VL("StockPrice",32);  
v[32]=VL("StockPrice",33);  
v[33]=VL("StockPrice",34);  
v[34]=VL("StockPrice",35);  
v[35]=VL("StockPrice",36);  
v[36]=VL("StockPrice",37);  
v[37]=VL("StockPrice",38);  
v[38]=VL("StockPrice",39);  
v[39]=VL("StockPrice",40);  
v[40]=VL("StockPrice",41);  
v[41]=VL("StockPrice",42);  
v[42]=VL("StockPrice",43);  
v[43]=VL("StockPrice",44);  
v[44]=VL("StockPrice",45);  
v[45]=VL("StockPrice",46);  
v[46]=VL("StockPrice",47);  
v[47]=VL("StockPrice",48);  
v[48]=VL("StockPrice",49);  
v[49]=VL("StockPrice",50);  
v[50]=VL("StockPrice",51);  
v[51]=VL("StockPrice",52);  
v[52]=VL("StockPrice",53);  
v[53]=VL("StockPrice",54);

```
v[54]=VL("StockPrice",55);
v[55]=VL("StockPrice",56);
v[56]=VL("StockPrice",57);
v[57]=VL("StockPrice",58);
v[58]=VL("StockPrice",59);
v[59]=VL("StockPrice",60);
v[60]=max(v[0],v[1]);
v[61]=max(v[60],v[2]);
v[62]=max(v[61],v[3]);
v[63]=max(v[62],v[4]);
v[64]=max(v[63],v[5]);
v[65]=max(v[64],v[6]);
v[66]=max(v[65],v[7]);
v[67]=max(v[66],v[8]);
v[68]=max(v[67],v[9]);
v[69]=max(v[68],v[10]);
v[70]=max(v[69],v[11]);
v[71]=max(v[70],v[12]);
v[72]=max(v[71],v[13]);
v[73]=max(v[72],v[14]);
v[74]=max(v[73],v[15]);
v[75]=max(v[74],v[16]);
v[76]=max(v[75],v[17]);
v[77]=max(v[76],v[18]);
v[78]=max(v[77],v[19]);
v[79]=max(v[78],v[20]);
v[80]=max(v[79],v[21]);
v[81]=max(v[80],v[22]);
v[82]=max(v[81],v[23]);
v[83]=max(v[82],v[24]);
v[84]=max(v[83],v[25]);
v[85]=max(v[84],v[26]);
v[86]=max(v[85],v[27]);
v[87]=max(v[86],v[28]);
v[88]=max(v[87],v[29]);
v[89]=max(v[88],v[30]);
v[90]=max(v[89],v[31]);
v[91]=max(v[90],v[32]);
v[92]=max(v[91],v[33]);
v[93]=max(v[92],v[34]);
v[94]=max(v[93],v[35]);
v[95]=max(v[94],v[36]);
v[96]=max(v[95],v[37]);
v[97]=max(v[96],v[38]);
v[98]=max(v[97],v[39]);
v[99]=max(v[98],v[40]);
v[100]=max(v[99],v[41]);
v[101]=max(v[100],v[42]);
v[102]=max(v[101],v[43]);
v[103]=max(v[102],v[44]);
```

```

v[104]=max(v[103],v[45]);
v[105]=max(v[104],v[46]);
v[106]=max(v[105],v[47]);
v[107]=max(v[106],v[48]);
v[108]=max(v[107],v[49]);
v[109]=max(v[108],v[50]);
v[110]=max(v[109],v[51]);
v[111]=max(v[110],v[52]);
v[112]=max(v[111],v[53]);
v[113]=max(v[112],v[54]);
v[114]=max(v[113],v[55]);
v[115]=max(v[114],v[56]);
v[116]=max(v[115],v[57]);
v[117]=max(v[116],v[58]);
v[118]=max(v[117],v[59]);
v[119]=max(v[118],v[60]);
RESULT(v[119])

```

---

**Variable:** ExpectGraf7

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf6, T1ExpectGraf6

*Using:* NumGrafista7IdInvestor, MinStockPrice3, ExpectGraf8

*Equation code:*

```

EQUATION("ExpectGraf7")
/*

```

Equação que determina as expectativas dos agentes grafistas 7, pelo mínimo preço de 30 períodos.

\*/

```

v[0]=V("ExpectGraf8");
v[1]=V("NumGrafista7");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("MinStockPrice3");
if(v[2]==v[1])
v[4]=v[3];
else
v[4]=v[0];
RESULT( v[4])

```

---

**Variable:** MinStockPrice3

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf7, T1ExpectGraf7

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

EQUATION("MinStockPrice3")  
/\*

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ser menor do que seu valor fundamental.

\*/

```
v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[11]=VL("StockPrice",12);
v[12]=VL("StockPrice",13);
v[13]=VL("StockPrice",14);
v[14]=VL("StockPrice",15);
v[15]=VL("StockPrice",16);
v[16]=VL("StockPrice",17);
v[17]=VL("StockPrice",18);
v[18]=VL("StockPrice",19);
v[19]=VL("StockPrice",20);
v[20]=VL("StockPrice",21);
v[21]=VL("StockPrice",22);
v[22]=VL("StockPrice",23);
v[23]=VL("StockPrice",24);
v[24]=VL("StockPrice",25);
v[25]=VL("StockPrice",26);
v[26]=VL("StockPrice",27);
v[27]=VL("StockPrice",28);
v[28]=VL("StockPrice",29);
v[29]=VL("StockPrice",30);
v[30]=min(v[0],v[1]);
v[31]=min(v[30],v[2]);
v[32]=min(v[31],v[3]);
v[33]=min(v[32],v[4]);
v[34]=min(v[33],v[5]);
v[35]=min(v[34],v[6]);
v[36]=min(v[35],v[7]);
v[37]=min(v[36],v[8]);
v[38]=min(v[37],v[9]);
v[39]=min(v[38],v[10]);
```

```

v[40]=min(v[39],v[11]);
v[41]=min(v[40],v[12]);
v[42]=min(v[41],v[13]);
v[43]=min(v[42],v[14]);
v[44]=min(v[43],v[15]);
v[45]=min(v[44],v[16]);
v[46]=min(v[45],v[17]);
v[47]=min(v[46],v[18]);
v[48]=min(v[47],v[19]);
v[49]=min(v[48],v[20]);
v[50]=min(v[49],v[21]);
v[51]=min(v[50],v[22]);
v[52]=min(v[51],v[23]);
v[53]=min(v[52],v[24]);
v[54]=min(v[53],v[25]);
v[55]=min(v[54],v[26]);
v[56]=min(v[55],v[27]);
v[57]=min(v[56],v[28]);
v[58]=min(v[57],v[29]);
RESULT(v[58])

```

---

**Variable: MinStockPrice4**

*Contained in:* Investor

*Used in:* (never used)

*Using:* StockPrice

*Equation code:*

```

EQUATION("MinStockPrice4")
/*

```

Equação que determina a submissão de ofertas de vendas de ações de agentes fundamentalistas condicionado ao preço de mercado da ação ser menor do que seu valor fundamental.

\*/

```

v[0]=VL("StockPrice",1);
v[1]=VL("StockPrice",2);
v[2]=VL("StockPrice",3);
v[3]=VL("StockPrice",4);
v[4]=VL("StockPrice",5);
v[5]=VL("StockPrice",6);
v[6]=VL("StockPrice",7);
v[7]=VL("StockPrice",8);
v[8]=VL("StockPrice",9);
v[9]=VL("StockPrice",10);
v[10]=VL("StockPrice",11);
v[11]=VL("StockPrice",12);

```

v[12]=VL("StockPrice",13);  
v[13]=VL("StockPrice",14);  
v[14]=VL("StockPrice",15);  
v[15]=VL("StockPrice",16);  
v[16]=VL("StockPrice",17);  
v[17]=VL("StockPrice",18);  
v[18]=VL("StockPrice",19);  
v[19]=VL("StockPrice",20);  
v[20]=VL("StockPrice",21);  
v[21]=VL("StockPrice",22);  
v[22]=VL("StockPrice",23);  
v[23]=VL("StockPrice",24);  
v[24]=VL("StockPrice",25);  
v[25]=VL("StockPrice",26);  
v[26]=VL("StockPrice",27);  
v[27]=VL("StockPrice",28);  
v[28]=VL("StockPrice",29);  
v[29]=VL("StockPrice",30);  
v[30]=VL("StockPrice",31);  
v[31]=VL("StockPrice",32);  
v[32]=VL("StockPrice",33);  
v[33]=VL("StockPrice",34);  
v[34]=VL("StockPrice",35);  
v[35]=VL("StockPrice",36);  
v[36]=VL("StockPrice",37);  
v[37]=VL("StockPrice",38);  
v[38]=VL("StockPrice",39);  
v[39]=VL("StockPrice",40);  
v[40]=VL("StockPrice",41);  
v[41]=VL("StockPrice",42);  
v[42]=VL("StockPrice",43);  
v[43]=VL("StockPrice",44);  
v[44]=VL("StockPrice",45);  
v[45]=VL("StockPrice",46);  
v[46]=VL("StockPrice",47);  
v[47]=VL("StockPrice",48);  
v[48]=VL("StockPrice",49);  
v[49]=VL("StockPrice",50);  
v[50]=VL("StockPrice",51);  
v[51]=VL("StockPrice",52);  
v[52]=VL("StockPrice",53);  
v[53]=VL("StockPrice",54);  
v[54]=VL("StockPrice",55);  
v[55]=VL("StockPrice",56);  
v[56]=VL("StockPrice",57);  
v[57]=VL("StockPrice",58);  
v[58]=VL("StockPrice",59);  
v[59]=VL("StockPrice",60);  
v[60]=min(v[0],v[1]);  
v[61]=min(v[60],v[2]);

```
v[62]=min(v[61],v[3]);
v[63]=min(v[62],v[4]);
v[64]=min(v[63],v[5]);
v[65]=min(v[64],v[6]);
v[66]=min(v[65],v[7]);
v[67]=min(v[66],v[8]);
v[68]=min(v[67],v[9]);
v[69]=min(v[68],v[10]);
v[70]=min(v[69],v[11]);
v[71]=min(v[70],v[12]);
v[72]=min(v[71],v[13]);
v[73]=min(v[72],v[14]);
v[74]=min(v[73],v[15]);
v[75]=min(v[74],v[16]);
v[76]=min(v[75],v[17]);
v[77]=min(v[76],v[18]);
v[78]=min(v[77],v[19]);
v[79]=min(v[78],v[20]);
v[80]=min(v[79],v[21]);
v[81]=min(v[80],v[22]);
v[82]=min(v[81],v[23]);
v[83]=min(v[82],v[24]);
v[84]=min(v[83],v[25]);
v[85]=min(v[84],v[26]);
v[86]=min(v[85],v[27]);
v[87]=min(v[86],v[28]);
v[88]=min(v[87],v[29]);
v[89]=min(v[88],v[30]);
v[90]=min(v[89],v[31]);
v[91]=min(v[90],v[32]);
v[92]=min(v[91],v[33]);
v[93]=min(v[92],v[34]);
v[94]=min(v[93],v[35]);
v[95]=min(v[94],v[36]);
v[96]=min(v[95],v[37]);
v[97]=min(v[96],v[38]);
v[98]=min(v[97],v[39]);
v[99]=min(v[98],v[40]);
v[100]=min(v[99],v[41]);
v[101]=min(v[100],v[42]);
v[102]=min(v[101],v[43]);
v[103]=min(v[102],v[44]);
v[104]=min(v[103],v[45]);
v[105]=min(v[104],v[46]);
v[106]=min(v[105],v[47]);
v[107]=min(v[106],v[48]);
v[108]=min(v[107],v[49]);
v[109]=min(v[108],v[50]);
v[110]=min(v[109],v[51]);
v[111]=min(v[110],v[52]);
```

```

v[112]=min(v[111],v[53]);
v[113]=min(v[112],v[54]);
v[114]=min(v[113],v[55]);
v[115]=min(v[114],v[56]);
v[116]=min(v[115],v[57]);
v[117]=min(v[116],v[58]);
v[118]=min(v[117],v[59]);
v[119]=min(v[118],v[60]);
RESULT(v[119])

```

---

**Variable: ExpectGraf8**

*Contained in:* Investor

*Used in:* ExpectGraf7, T1ExpectGraf7

*Using:* NumGrafista8Fundamentalista, IdInvestor, SPmmeC

*Equation code:*

```

EQUATION("ExpectGraf8")
/*

```

Equação que determina as expectativas dos agentes grafistas 8, pela média exponencial de 10 períodos.

```

*/
v[0]=V("Fundamentalista");
v[1]=V("NumGrafista8");
v[2]=V("IdInvestor");
v[3]=V("SPmmeC");
if(v[2]==v[1])
v[4]=v[3];
else
v[4]=v[0];
RESULT( v[4])

```