ROBERTO IVO DA ROCHA LIMA FILHO

Aspectos neuroeconômicos da tomada de decisão na BM&FBovespa

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa de Patologia

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Massad

SÃO PAULO

2013

ROBERTO IVO DA ROCHA LIMA FILHO

Aspectos neuroeconômicos da tomada de decisão na BM&FBovespa

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa de Patologia

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Massad

SÃO PAULO

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Rocha-Lima Filho, Roberto Ivo da

Aspectos neuroeconômicos da tomada de decisão na BM&FBosvespa /

Roberto Ivo da Rocha Lima Filho. -- São Paulo, 2013.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Patologia.

Orientador: Eduardo Massad.

Descritores: 1.Economia comportamental 2.Neurociências 3.Neurobiologia
4.Psicofísica 5.EEG

USP/FM/DBD-281/13

©reprodução autorizada pelo autor

Resumo

Rocha-Lima Filho, R. I. **Aspectos neuroeconômicos da tomada de decisão na BM&FBovespa**. 2013. Tese (Doutorado). - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

O mundo ainda está enfrentando uma crise financeira, que começou em meados de 2007 e até o momento está longe de ser resolvida. Os mercados de ações ao redor do mundo reagiram mal e as notícias em tempo real nunca desempenharam um papel tão importante para os investidores, como visto nesta crise. Em outras palavras, o impacto dos meios de comunicação aprofundou a dinâmica de baixa dos mercados financeiros, o que é amplificada pela volatilidade intrínseca do mesmo. Assim, a Neuroeconomia veio como um novo campo de questionamentos, o qual tem a finalidade de estudar a tomada de decisão, tendo em conta o papel desempenhado pela emoção e seus aspectos fisio-patológicos. Se utiliza neste estudo uma amostra de oitenta (80) pessoas, classificados em quarenta alunos de graduação e quarenta (40) trabalhadores experientes do mercado financeiro (*traders*), ambos igualmente divididos em 50% do sexo masculino e 50% do sexo feminino. O escopo é de avaliar o envolvimento de uma ampla rede de circuitos neurais envolvidos na avaliação de riscos, benefícios e conflitos (esta ponderação está intimamente relacionada à serotonina em caso de riscos e benefícios no caso de dopamina) para cada grupo a fim de verificar como reagem neste ambiente. Compreender a funcionalidade de tais sistemas é de fundamental importância para a compreensão da dinâmica do mercado financeiro e de suas anomalias, ou seja, para registrar a percepção de cada indivíduo em relação ao sentimento geral do mercado, seja ele a favor ou adverso. Portanto, o principal objetivo desta tese é mapear a atividade cerebral usando uma técnica desenvolvida por Rocha (2001, 2004 e 2010), operando uma simulação de negociação da Bolsa de Valores BMF&Bovespa, a fim de compreender melhor a neurodinâmica do processo de decisão no mercado de capitais.

Descritores: Economia Comportamental, Neurociências, Neurobiologia, Psicofísica, EEG.

Abstract

Rocha-Lima Filho, R. I. **Neuroeconomic aspects within the São Paulo Stock Exchange**. 2013. Tese (Doutorado). - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

The world is still facing a financial crisis, which started in mid 2007 and up to now is far from being solved. Stock markets around the world reacted badly and the real time news has never played such an important role to investors as seen in previous crisis. In other words, the impact of the media deepened the bear dynamics of the markets, that is, it amplified the volatility of it. Thus, Neuroeconomics comes as a new field of inquiring that has the purpose of studying decision making taking into consideration the role played by emotion and its physio-pathological aspects. Here, it is used a sample of eighty (80) volunteers, sorted out into forty undergraduate students and forty (40) experienced financial market practioneers (namely *traders*), both equally divided into 50% male and 50% female. The scope is to evaluate the involvement of a wide network of neural circuits involved in risk assessments, benefits and conflicts (this weighting is closely related to the serotonin neural circuits in the event of risks and benefits in the case of dopamine) so as to verify how both groups react to this environment. Understanding the functionality of such systems is of fundamental importance for understanding the dynamics of the financial market and its anomalies, ie to record the perception of each individual in relation to the general market sentiment, being it in favour or on the contrary, adverse. Therefore, the main objective of this thesis is then to map brain activity using a technique developed by Rocha et al (2001, 2004 and 2010), operating a simulation of trading within the BMF&Bovespa, in order to better understand the process of neurodynamics decision making in the capital market.

Descriptors: Behavioral Economics, Neuroscience, Neurobiology, Psychophysics, EEG.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar este trabalho à minha mamãe, Dallila Roncel (*in memorium*); pois foi a pessoa mais especial em minha vida, e sem os valores e cultura que ela me transmitiu, eu não teria chegado neste momento especial da minha carreira.

Adicionalmente, gostaria de agradecer imensamente aos meus orientadores, Prof. Dr. Armando Freitas Rocha e Prof. Dr. Eduardo Massad, pelos ensinamentos e paciência no decorrer da elaboração desta tese.

Quero também deixar meu profundo agradecimento à Dra. Vera Llamas, com quem eu semanalmente me desabafei sobre meus sucessos e percalços neste caminho e que, então, sempre me deu o apoio e ajuda necessária para não esmorecer nestes anos.

Esta tese também não teria sido viável, sem o suporte incondicional que tive de Luiz Carlos Oliveira, da A+ Recrutamento, e toda sua equipe. Serei eternamente grato.

Não posso também deixar de agradecer a Liga do Mercado Financeiro, entidade estudantil da FEA – USP, que me ajudou de forma especial a prospectar voluntários no início deste projeto.

Aos Prof. Dr. José Carlos da Silva Santos, Prof. Dr. Cláudio Lucinda e Prof. Dr. William Eid, que deram apoio ao viabilizar palestras e recrutamento de voluntários para a pesquisa em suas respectivas salas de aula.

Nunca vou esquecer também toda torcida dos meus queridos amigos, Raul Porto, Mauro Beligni, Patrícia Cornish, Priscila Flori, Cristina Sakamoto.

Também não posso esquecer aos novos amigos do Laboratório de Informática Médica, à Iracene Boccia, à Wilma, Thiago Rezende, Weluma, que estavam ao meu lado nesta maratona de estudos. E também todos os que direta e indiretamente estavam envolvidos neste presente trabalho.

Enfim, quero agradecer todos os voluntários, sem os quais esta pesquisa não seria possível.

Meu sincero obrigado.

“ Como reconheces que o fruto está maduro? Pelo fato de largar o galho. Tudo amadurece pelo dom e se completa pela oferta”.

André Gide

“(…) Schon blinzelt da und dort ein Licht / fern auf im schwülen Stadtgebrause. – / mir ist, dass in dem alten Hause / jetzt eine Stimme > Amen < spricht”.

Rainer Maria Rilke

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 2	REVISÃO DA LITERATURA ECONÔMICO-FINANCEIRA... ..	20
2.1	O Arcabouço Teórico em Finanças	20
2.1.1	O Papel da Racionalidade	20
2.2	O Framework dos Modelos em Finanças	26
2.2.1	Definição de Retorno	26
2.3	Teoria da Seleção de Carteiras.....	28
2.4	Modelo de Precificação de Ativo de Capital (CAPM)	33
2.4.1	Anomalias do Modelo CAPM	35
2.5	Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM).....	36
CAPÍTULO 3	A TEORIA DE FINANÇAS COMPORTAMENTAIS.....	39
3.1	Finanças Comportamentais.....	40
3.1.1	Vieses Comportamentais	42
3.1.1.1	Vieses Estatísticos.....	42
3.1.1.2	Heurísticas.....	44
3.1.1.3	Ancoragem	46
3.1.1.4	Efeito - Manada e Contágio	46
3.1.1.5	O Efeito Certeza	48
3.1.1.6	A Falácia do Jogador.....	49
3.1.1.7	Aversão à Perda	50
3.1.1.8	Viés do <i>Status Quo</i>	50
3.1.1.9	Excesso de Confiança	51
3.1.2	Modelos Comportamentais	52
CAPÍTULO 4	REVISÃO DA LITERATURA DE NEUROCIÊNCIAS	55
4.1	Dados Psicofísicos em Neurociências	55

4.1.1	Mensuração Psicofísica	55
4.2	A Neuroanatomia da Tomada de Decisão	56
4.2.1	O Córtex Parietal.....	57
4.2.2	O Córtex Frontal.....	58
4.2.3	As Funções Cerebrais Executivas do Córtex Pré-Frontal	60
4.3	Neurociências Cognitiva da Emoção.....	70
4.3.1	A Teoria Dual: Dois Sistemas de Razão	70
CAPÍTULO 5 MODELOS DE TOMADA DE DECISÃO		75
5.1	Condicionamento de Pavlov ou Clássico	75
5.2	O Modelo Neuroeconômico.....	77
CAPÍTULO 6 METODOLOGIA		82
6.1	Protocolo	82
6.1.1	Introdução	82
6.1.2	Os Questionários	85
6.1.2.1	Personalidade.....	85
6.1.2.2	Motivação	87
6.1.3	A Simulação da Tomada de Decisão no Mercado de Ações	89
6.1.3.1	Vendendo uma Ação	90
6.1.3.2	Comprando uma Ação.....	92
6.1.3.3	Mantendo o Portfólio.....	94
6.1.3.4	Estímulo: A Evolução do Mercado.....	95
6.1.3.5	Final do Experimento	96
6.2	A Técnica de Mapeamento Cerebral.....	96
6.3	O Registro do EEG.....	99
6.3.1	A Entropia	99
6.3.2	A Análise Fatorial	101

6.3.3	As Regressões: Modelo Linear Geral – Efeitos Fixo, Aleatório e Arellano - Bond	104
6.4	Cálculo da Amostra	105
6.5	Testes Psicométricos Aplicados.....	106
CAPÍTULO 7 ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....		110
7.1	Mapeamento Cerebral:.....	110
7.1.1	Alunos de Graduação – Mercado em Alta	113
7.1.2	Alunos de Graduação – Mercado em Baixa.....	124
7.1.3	Traders – Mercado em Alta.....	132
7.1.4	Traders – Mercado em Baixa	141
7.2	Questionários <i>Vallerand</i> e <i>Big Five</i>	149
7.3	Regressões entre os Valores Financeiros e as Atividades Cerebrais	154
7.3.1	Alunos de Graduação – Regressões	155
7.3.2	Grupo de <i>Traders</i> – Regressões.....	160
7.4	Capital Asset Price Model (CAPM) no Cérebro	165
8	CONCLUSÃO	169
9	BIBLIOGRAFIA.....	174
10	Apêndice.....	194

LISTA DE FIGURAS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	4
Preparada pela Biblioteca da	4
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo	4
Gráfico 1 – Fronteira Eficiente de Markowitz.....	32
Gráfico 2 – Relação Assimétrica entre Ganhos e Perdas	41
Figura 1 – Anatomia das Principais Regiões Cerebrais	58
Figura 2 – Dinâmica das Funções Executivas – modificado pelo autor	61
Figura 3 – Regiões Cerebrais da Atuação do Marcadores Somáticos	64
Figura 4 – Sistema Mesolímbico Dopaminérgico e Serotoninérgico	68
Figura 5 – Sistema de Avaliação das Recompensas	78
Figura 6 – Sistema de Avaliação de Riscos	79
Figura 7 – Sistema de Aproximação e Fuga	80
Figura 8 – Fases do Processos de Decisão.....	80
Figura 9 – Fases de Decisão.....	81
Figura 10 – Simulação de Investimentos – Página Inicial de Atividades.....	83
Figura 11 – Questionários <i>Big Five</i>	85
Figura 12 – Questionários <i>Big Five</i>	86
Figura 13 – Questionários <i>Vallerand</i>	87
Figura 14 – Questionários <i>Vallerand</i>	87
Figura 15 – Simulação de Investimentos – Tela Inicial	89
Figura 16 – Simulação de Investimentos – Ordem de Venda	90
Figura 17 – Simulação de Investimentos – Ordem de Venda	90
Figura 18 – Simulação de Investimentos – Ordem de Venda	91
Figura 19 – Simulação de Investimentos – Ordens de Compra	92
Figura 20 – Simulação de Investimentos – Ordens de Compra	92
Figura 21 – Simulação de Investimentos – Ordens de Compra	93

Figura 22 – Simulação de Investimentos – Ordens de Manutenção	94
Figura 23 – Simulação de Investimentos – Ordens de Manutenção	94
Gráfico 3 –Dinâmica do Ibovespa (últimos 50 pregões)	95
Figura 24 – Simulação de Investimentos – Notícias de Jornais	95
Figura 25 – Simulação de Investimentos – Final do Experimento	96
Figura 26 – Posicionamento dos Eletrodos no Cérebro	97
Figura 27 – Mapeamento Fatorial do Cérebro – Proxy dos Resultados	103
Figura 28 – A Escala <i>Big Five</i> – 5 Fatores	108
Figura 29 – A Escala de Vallerand	109
Figura 30 – Estímulo na Área Tegumentar Ventral	111
Figura 31 – Estímulo Condicional e de Recompensa no NAcc	112
Figura 32 – Mapeamento Fatorial – Grupo Graduação	115
Gráfico 4 – Valores Finais do Portfólio – Mercado em Alta - Graduação	116
Gráfico 5 – Histograma – Valor Portfólio – Mercado em Alta - Graduação	116
Gráfico 6 – Alunos de Graduação – Áreas de Estudos	117
Figura 33 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta.....	119
Ordens de Venda – Grupo Graduação.....	119
Gráfico 7 – Histograma – Valor Portfólio – Graduação	119
Mercado em Alta – Ordens de Venda	119
Figura 34 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta.....	121
Ordens de Compra – Grupo Graduação	121
Gráfico 8 – Histograma - Graduação –.....	122
Mercado de Alta - Ordens de Compra.....	122
Figura 35 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –.....	123
Ordens de Manutenção – Grupo Graduação	123
Figura 36 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa – Grupo Graduação	125
Gráfico 9 – Valores Finais do Portfólio – Mercado em Baixa - Graduação.....	126

Gráfico 10 – Histograma e Q-Q Plot - Graduação – Mercado em Baixa	126
Figura 37 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –.....	127
Ordens de Venda – Grupo Graduação.....	127
Gráfico 11 – Histograma - Graduação –.....	128
Mercado em Baixa - Ordens de Venda	128
Figura 38 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –.....	129
Ordens de Compra – Grupo Graduação	129
Gráfico 12 – Histograma - Graduação –.....	130
Mercado em Baixa - Ordens de Compra	130
Figura 39 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –.....	131
Ordens de Manutenção – Grupo Graduação	131
Figura 40 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –.....	133
Grupo <i>Traders</i>	133
Gráfico 13 – Características do Grupo <i>Traders</i>	134
Gráfico 14 – Histograma e Q-Q Plot – Mercado em Alta - Grupo <i>Traders</i>	135
Figura 41 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta – Ordens de Compra – Grupo <i>Traders</i>	136
Gráfico 15 – Histograma e Q-Q Plot - Grupo <i>Traders</i>	137
Mercado em Alta – Ordens de Compra	137
Figura 42 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –.....	138
Ordens de Venda – Grupo <i>Traders</i>	138
Gráfico 16 – Histograma e Q-Q Plot - Grupo <i>Traders</i>	139
Mercado em Alta – Ordens de Venda	139
Figura 43 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –.....	140
Ordens de Manutenção – Grupo <i>Traders</i>	140
Figura 44 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa – Grupo <i>Traders</i>	142
Gráfico 17 – Histograma e Q-Q Plot – Mercado em Baixa - Grupo <i>Traders</i> ...	143

Figura 45 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –.....	144
Ordens de Compra – Grupo <i>Traders</i>	144
Gráfico 18 – Histograma e Q-Q Plot – Grupo <i>Traders</i>	145
Mercado em Baixa – Ordens de Compra -	145
Figura 46 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –.....	146
Ordens de Compra – Grupo <i>Traders</i>	146
Gráfico 19 – Histograma e Q-Q Plot – Grupo <i>Traders</i> –.....	147
Mercado em Baixa – Ordens de Venda.....	147
Figura 47 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –.....	148
Ordens de Compra – Grupo <i>Traders</i>	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do Processamento Dual	73
Tabela 2 – No de Ordens (Compra / Venda) versus	121
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Alta	121
Tabela 3 – No de Ordens (Compra / Venda) versus	126
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Baixa	126
Tabela 4 – No de Ordens (Compra / Venda) versus	130
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Baixa	130
Tabela 5 – No de Ordens (Compra / Venda) versus	139
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Alta	139
Tabela 6 – Fatores do Questionário <i>Big Five</i>	150
Tabela 7 – Fatores do Questionário <i>Vallerand</i>	150
Tabela 8 – Alfa de <i>Cronbach</i>	151
Tabela 9 – Fatores do Questionário <i>Big Five</i>	151
Tabela 10 – Fatores do Questionário <i>Vallerand</i>	152
Tabela 11 – Alfa de <i>Cronbach</i>	152
Tabela 12 – Regressão Valor do Portfólio versus variáveis <i>Vallerand</i>	153
Tabela 13 – Regressão Valor do Portfólio versus variáveis <i>Vallerand</i>	154
Tabela 14 – Teste de Hausman - Graduação	155
Tabela 15 – Teste de Autocorrelação de Wooldrige - Graduação	156
Tabela 16 – Regressões - Mercado de Alta - Graduação	157
Tabela 17 – Regressões - Mercado de Baixa - Graduação	159
Tabela 18 – Teste de Autocorrelação de Wooldrige - Graduação	160
Tabela 19 – Teste de Autocorrelação de Wooldrige - Graduação	160
Tabela 20 – Regressões - Mercado de Baixa - <i>Traders</i>	162
Tabela 21 – Regressões - Mercado de Alta - <i>Traders</i>	164
Tabela 22 – Regressões - <i>CAPM</i>	167

Tabela 23 – Desvio Padrão dos Retornos como Proxy de Risco	168
--	-----

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

O escopo desta tese é, através da neuroeconomia, apresentar uma nova abordagem na modelagem da tomada de decisões dos agentes participantes do mercado acionário brasileiro, respaldados pelos aspectos teóricos e experimentais não só em economia e finanças, mas também em neurociências. Do ponto de vista econômico-financeiro, este trabalho será distinto das teorias clássicas de Finanças, baseada, sobretudo, na Teoria Moderna de Portfólio – Markowitz (1952), Sharpe (1964), Fama (1970) –, na medida em que empregará pressupostos comportamentais, fisiopatológicos e neurocognitivos à la Kahneman, D. Tversky, A. (1979).

A grande contribuição será o fortalecimento da ligação entre a neurociências e a economia do ponto experimental, criando, assim, uma maior robustez no que tange à análise / entendimento do processo de decisão dos indivíduos no mercado acionário brasileiro e seus respectivos impactos nas oscilações diárias dos preços.

Dentro da neurociências, é sabido que as pessoas tomam os preços como âncoras conforme observado em alguns trabalhos seminais de Miller (1956), Parducci (1965) e, dessa forma, sugere-se que não seja diferente junto ao mercado acionário. Dentro da economia comportamental, a ancoragem é vista como um viés de comportamento, uma vez que se utiliza de um número para elaboração de uma estimativa, mesmo quando não há ligação lógica ou mesmo uma relação clara; ou seja, objetiva entre eles. Em outras palavras, existe um processo heurístico para a formulação de algum tipo de julgamento, como já previsto nos trabalhos de Tversky & Kahneman (1981).

Assim sendo, dados empíricos de um pregão, por exemplo, na BM&FBovespa, vendedores e compradores esperam obter um determinado preço para suas respectivas vendas e compras e utilizam dos preços passados como âncora para convergirem (ou não) a um preço de fechamento, viabilizando o corrente negócio.

A avaliação da aceitação desta negociação até o alcance do preço de fechamento está fortemente atrelada à análise de risco e benefício calculados por esses agentes do mercado financeiro.

Agora, do ponto de vista experimental, o mapeamento cerebral através da ressonância magnética funcional (fMRI) ou do eletroencefalograma (EEG) tem sido utilizado para entender melhor este tipo de processo de tomada de decisão, aparentemente simples do ponto de vista econômico, o qual exemplifica a convergência de um preço de equilíbrio dado uma curva de oferta e demanda.

Segundo experimentos científicos como o de Rocha et al (2010), McClure ET AL (2004), Plassman ET AL (2008) e Dayan (2008), há a participação de uma ampla rede de circuitos neurais envolvidos nas avaliações de risco, benefício, conflito, intencionalidade, etc (esta ponderação está intimamente ligada aos circuitos neurais serotoninérgicos no caso de riscos e dopaminérgicos no caso de benefícios.). A compreensão da funcionalidade desses circuitos é de fundamental importância para a compreensão da dinâmica do mercado financeiro, isto é, para registrar a percepção de cada indivíduo em relação ao sentimento geral de mercado, podendo assim levar à histeria (*"bear market"*) ou euforia (*"bull market"*). Isso faz existir, então, um fator de confiabilidade no próprio mercado.

Sabe-se, contudo, que a relação risco e benefício gera um conflito no processo de fechamento do preço e cresce na medida em que há alterações das percepções dos agentes (aumento na distâncias destas variáveis). Logo, se o conflito associado à negociação da ação for superior ao conflito médio existente no mercado, então o humor desse mercado tenderá a ser vendedor, pois o preço final será influenciado pelo comprador (e caso contrário no movimento de compra); isto é, tentará colocar o preço no nível mais baixo possível. Esta dinâmica é estudada por Rocha (2010).

Com isso, através do humor, se poderá antecipar os movimentos dos investidores no pregão, via âncora passada de preços (de venda e compra), assim como anomalias na própria negociação (forçar algum tipo de tendência para mercado, como fazem grandes tesourarias de bancos).

O cerne do presente trabalho é o de mapear a atividade cerebral utilizando a técnica desenvolvida por Rocha et al (2004 e 2010) de investidores

da bolsa durante uma simulação do pregão BMF&Bovespa, com o intuito de melhor compreender a neurodinâmica do processo de tomada de decisão em mercado de capitais.

Assim a tese está dividida a seguir em capítulo II, que transcorre sobre as teorias clássicas de economia e finanças; seguido, no capítulo seguinte, sobre a evolução das teorias comportamentais. No capítulo IV será abordada toda a parte fisiopatológica e neurológica do cérebro humano, correlacionando-as com os modelos de processo de tomada de decisão no capítulo V. Já no capítulo seguinte, tratar-se-á da metodologia, explicitando a parte experimental do trabalho assim como modelagem quantitativa, via análise fatorial, para corroborar os pressupostos teóricos de neuroeconomia. Concomitantemente, aplicar-se-á aos voluntários um questionário qualitativo a fim de verificar aspectos psicológicos (assim como econômicos) e cruzá-los com a parte quantitativa. No capítulo VII, descreve-se as análises e discussões sobre o presente estudo e no capítulo VIII teceu-se as conclusões e futuras linhas de pesquisas para o tema. O capítulo IX elenca-se a bibliografia.

CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA ECONÔMICO-FINANCEIRA.

Recentemente um número crescente de pesquisas em economia aponta para áreas que abarcam estudos do processo cognitivo tal como, a neurociência, a psicologia e a informática. O objetivo não é somente fazer a economia se aproximar da realidade, mas ao mesmo tempo tentar criar uma teoria ergódica - uma estrutura estável -, com que se possa basear em qualquer momento do tempo, apesar do mundo ser sempre *mutantis mutatis*.

Nota-se, dessa forma, uma insatisfação quanto à teoria moderna de finanças já que não apresenta respostas satisfatórias para movimentos anômalos no mercado financeiro, já que ainda se utiliza de pressuposto do comportamento econômico racional. Esta idéia vem desde a época de Markowitz, quando criou a teoria de seleção de carteiras em 1952; que alguns anos depois, foi aprimorada por William Sharpe em 1964, via modelo CAPM (*“Capital Asset Price Model”*). Em 1970, Fama reforça a teoria de finanças com a formalização dos mercados eficientes. Tudo isso foi fortemente viabilizado, pois a hipótese de completa racionalidade veio para facilitar não somente a matematização dos modelos, como também as previsões de tendências.

2.1 O Arcabouço Teórico em Finanças

2.1.1 O Papel da Racionalidade

Racionalidade, como economistas conhecem, pode ser definida como o resultado que se tem quando as escolhas são limitadas ou escassas. Este fato segue a mesma linha de North, em seu artigo *“Dealing with a Non-Ergodic World: Institutional Economics, Property Rights, and the Global Environment”*, datado de 1999; onde:

(...) human-decision-making can be a combination of intended rational choices, supplemented by effective institutions that constrain the environment and the uncertainties of the environment (pg.8).

E o autor complementa que:

(...) there are artifactual structure, the latter being defined by the set of institutions, tools, and techniques that humans create when dealing with the world around them. (pg.8)

Dessa maneira, será a combinação de modelos mentais que humanos intrinsecamente possuem e a estrutura artificial que eles criam que irá determinar a efetividade da decisão de cada pessoa.

Através da definição acima, sugere-se a representação de dois tipos de racionalidade, como advogada por Meele (2004): - A racionalidade epistêmica e a racionalidade prática. A primeira se refere ao grau de crença que permeia as ações humanas (técnicas) enquanto que a última se pergunta “o que é racional para fazer?” (de acordo com cada instituição). Em outras palavras, a racionalidade epistêmica significa a racionalidade das cognições e a racionalidade prática seria a racionalidade dos elementos. É claro que ambos estão inter-relacionados e a decisão é feita com base nos dois tipos de racionalidade.

Como apontado por Schumpeter:

(...) Within economic life, it must be acted as to solve all the details that must be done. Here, the success depends on the capacity to see things through a way that ex-post it might end up to be true, even though at the moment it is conceived it can not be compared, and to realize that the essential fact, leaving aside the perfunctory, that it may not demonstrate the principles that lead to that specific action. (pg.85)

O grau de crença realmente significa a representação do mundo o que, em termos epistêmicos, é a base para o conhecimento. De acordo com Audi (2004), as fontes de racionalidade são a percepção, memória, consciência, e, por fim, razão. Isso porque esses elementos não são dependentes um do outro (ou de outras justificativas). Assim, eles são chamados de fontes porque são epistemicamente autônomo. Este fato já é bem conhecido da neurociências e será o motivo base deste trabalho.

A primeira, a percepção, pode ser considerada um tipo de consciência, porque o indivíduo deve estar ciente de um "objeto externo". Em outras palavras, a mente reconhece a existência de um "ambiente exterior". No

entanto, a percepção deve ser, neste caso, caracterizado por a consciência interna única. Isso significa que é inerente à mente ser uma fonte de crença racional (ou conhecimento). E se algo é identificado por um indivíduo, ele dispara o que é chamado de resposta subjetiva, que também faz parte da racionalidade teórica.

A memória é definida, em um sentido estrito, como um meio para lembrar e se uma pessoa se lembra, se exige dele estar familiarizado com o que tenha percebido, seja um objeto, informações, etc. Por isso, é outra fonte da racionalidade teórica. Como mencionado anteriormente, a consciência é uma fonte básica de crença racional, devido ao fato de que faz parte / está dentro da mente.

Nas palavras da Audi (2004), a razão é a fonte que parece operar por ceder um grau adequado de compreensão da proposição em questão e, assim, conhecimento. Ele não parece depender (positivamente) de qualquer outra fonte e é considerado plausivelmente de base. Além disso, afirma-se que este conhecimento de base resulta de uma fonte "*noninferential*" que não depende de memória e, dessa forma, proporciona um verdadeiro processo cognitivo. No entanto, não devem ser descartadas algumas inferências que também são independentes da capacidade da memória de lembrar.

Mas um fato importante sobre a origem da racionalidade teórica é a coerência entre a crença e o sistema de crenças. Isto porque a coerência é a fonte de justificação e este último está intrinsecamente associada ao conhecimento, a coerência deve ser considerado como uma fonte. Deve ser salientado a sua relevância, pois sem ela uma crença pode ser fortemente prejudicada e é por isso que deve se atentar a ela quando se constroem hipóteses ou teorias.

Outro aspecto da coerência é, segundo mesmo autor, o fato que indica o tipo de racionalidade vis-à-vis a experiência de cada um, ou melhor, seria um tipo de indicador antecedente da racionalidade. Claro que existem algumas condições, a fim de estabelecer o que é racional ou não, isso é chamado de "condições de fechamento" e isso implica que há uma quantidade de proposições que podem ser teoricamente racional para um indivíduo que tem convicção racional ou aparentemente bons "motivos" para tanto.

O que foi exposto no parágrafo anterior dá a base para a racionalidade denominada prática, isto é, um status que pode ser legitimamente atribuído a ações com base na razão teórica, de acordo novamente com Audi (2004). Esta definição, na verdade dá espaço para a teoria de utilidade esperada, na que se respalda na racionalidade teórica e prática de acordo com as leis da probabilidade e este fato será explorado em seguida.

Frank Ramsey (1931), em sua memorável obra “The Dutch Book”, afirmou que os indivíduos que violam as leis das probabilidades são “praticamente irracionais”. Em outras palavras, um indivíduo para ser considerado racional deve possuir características a seguir: - Ser coerente, satisfazer as suas crenças, maximizar a sua utilidade subjetiva esperada.

Mais uma vez a coerência é bastante relevante para determinar a racionalidade do indivíduo (e, portanto, o seu sistema de crenças). E, como salientado por Joyce (1998), essas características (ou axiomas) podem ser bastante controversas, especialmente em relação à maximização da utilidade esperada. Embora Savage (1954) defenda o utilitarismo, deve ser salientado que as hipóteses devem ser coerentes com suas crenças. Essas crenças são representadas pelos axiomas de preferências e, portanto, devem possuir as propriedades citadas abaixo:

(A) Tricotomia – Bem A é preferido ao bem B; bem B é preferível ao bem A e indiferente se ele está no meio entre A e B.

(B) Transitividade - Se um indivíduo prefere A ao B, e B é preferível ao C, então A é preferível a C.

(C) “Sure thing Principle” - Se os bens A e B resultam no bem C, então a preferência do indivíduo entre A e B depende unicamente das consequências quando C é obtido.

(D) “Wagers” - Dada as consequências C1 e C2 para os respectivos eventos A e B, um indivíduo que é racional acredita em um B mais forte do que A, se, e somente se, este indivíduo prefere estritamente C1 a C2, uma vez que C1 é mais desejável do que C2.

Vale ressaltar que a incoerência probabilística (violação de (A) a (D)) aliada a um deficiente processo cognitivo é suscetível aos efeitos de enquadramento (*framing effects*), que podem ser definidos como uma opção única avaliada de forma diferente quando apresentada / mascarada sob

diferentes formas. Então, inconsistências no que diz respeito às preferências são acompanhadas por inconsistências das crenças sobre o valor das perspectivas, que, aliás, é uma teoria amplamente estudada pelo economista prêmio Nobel Daniel Kahneman.

Embora se possa inferir que as violações das condições acima expostas pode indicar irracionalidade dos indivíduos (no sentido em que dificulta a lei da probabilidade e, portanto, consistência), é um fato muito contraditório, pois é o comportamento humano que está sendo analisado.

Um primeiro problema que pode ser indicado é o fato de que se conduz a uma lógica de pressupostos onisciente no sentido de que verdades lógico-dedutiva têm probabilidade um e suas inconsistências são consideradas como sendo zero. Decorre deste fato que a lei da lógica é imune a qualquer crença de revisão com base em evidências empíricas.

Outro problema é em relação às restrições de probabilidades “*a priori*”, pois, de acordo com Joyce (1998), em Stanford Encyclopaedia:

“If the constraints in rational inference are so weak as to permit any or almost any probabilistically coherent prior probabilities, then there would be nothing to make inferences in the sciences any more rational than inferences in astrology or phrenology or in the conspiracy reasoning of a paranoid schizophrenic, because all of them can be constructed as inferences from probabilistically coherent prior probabilities”. (pg. 1)

Em termos sugeridos por Lakatos (1974), esta seria a heurística do chamado heurística negativa, onde o programa de investigação científica pode ser degenerado (isto é, movendo-se para trás), sem, contudo, prejudicar o “*hardcore*” teórico.

Outro ponto importante é no que tange à estruturação lógica; pois, conforme apontado por Khalil (2008), os graus de crença são motivações internas que denotam a capacidade de produzir algo com certa dose de auto-crença e não variam de acordo com o resultado de uma prova simples. São geralmente considerados “não-cognitivos”. Nesse sentido, ele alerta que o objeto de crença não se desenvolve como um resultado da crença, mas sim, as convicções são tratadas como percepções ou graus de confiança.

Como exemplo, o autor afirma que é bastante complicado identificar que uma teoria (ou hipótese) está inapta para resolver concepções de convicções porque convicções são, por definição, ontologicamente um estado “não-cognitivo”.

Diante do exposto acima, torna-se mais fácil a incorporação de modelos de escolha racionais, tão aceitos na área de economia e finanças, já que estão fundados na coerência matemática, conforme se mostra abaixo:

(1) Axioma da Comparabilidade: As preferências são completas; isto é, dada duas cestas de bens, “x” e “y”, onde suas quantidades são não negativas ($x > 0$ e $y > 0$), então:

- (a) $X \succ Y$ (Preferível) ou,
- (b) $Y \succ X$ (Preferível) ou,
- (c) $X \sim Y$ (Indiferente).

(2) Axioma da Transitividade: as preferências dos agentes econômicos são transitivas. Em outras palavras, para toda cesta “x”, “y”, e “z” pertencente a um conjunto de “S” de possíveis cestas; então:

- (a) $X \succ Y$ e $Y \succ Z$, então $X \succ Z$;
- (b) $X \succ Y$ e $Y \sim Z$, então $X \succ Z$;
- (c) $X \sim Y$ e $Y \succ Z$, então $X \succ Z$;
- (d) $X \sim Y$ e $Y \sim Z$, então $X \sim Z$.

(3) Axioma da Não Saciedade: as preferências dos agentes econômicos também são monotônicas, uma vez que implica em quanto mais se tem de um determinado bem, o resultado é melhor. Ou seja:

- (a) Para todo “x” e “y”, se $x > y$, isto implica que $x \succ y$

(4) Axioma da Continuidade: existe indiferença dentro das preferências dos agentes econômicos, ou seja, as relações de diferença precisam estar sempre representadas em quadrantes.

(5) Axioma da Convexidade : Dadas 2 cestas x e y; então:

- (a) se $x \sim y$, então $z \succ x$ e $z \succ y$, sendo que $z = \alpha x + (1 - \alpha)y$, onde $0 < \alpha < 1$;
- (b) se $x \succ y$, então $z \succ y$, sendo que $z = \alpha x + (1 - \alpha)y$, onde $0 < \alpha < 1$.

Além disso, eles garantem a tomada de decisão racional e, é claro, a otimização de seus resultados vis-à-vis a preferência de cada agente econômico, conforme se irá verificar a seguir na teoria moderna de finanças.

2.2 O Framework dos Modelos em Finanças

A teoria de portfólio é descrita como uma formalização de uma abordagem, na qual economistas estavam familiarizados desde 1935, quando se tentou provar que a única razão pela qual os investidores eram impossibilitados de diversificar um portfólio era pela questão da indivisibilidade dos ativos (Hicks, 1962). A publicação de dois artigos seminais em 1952 por Roy culminou no que chamamos de Teoria Moderna de Portfólio (MPT), que adotando restrição para preferência a ativos de menor risco primeiro, existe um conjunto eficiente de média (“E”) e variância (“V”), que é maximizado dado um nível de retorno.

Na mesma época, Markowitz (1952), seguindo a mesma linha teórica, utilizou um conjunto de portfólios de natureza linear (“*piecewise*”), mostrando que um portfólio com ativos aparentemente mais arriscados – maior variância - poderiam resultar em uma carteira com menor risco e maior esperança de ganho, aproveitando apenas as combinações lineares de suas covariâncias.

Sharpe (1964) e Lintner (1965) apoiados nos trabalhos de Markowitz (1952) e Tobin (1958), tecem trabalhos distintos sobre a influência individuais dos ativos de risco de uma carteira com o risco sistêmico a fim de possibilitar uma melhor precificação:

By investing only a proportion of total assets in risky enterprises, and investing the remainder in ways which are considered more safe , it will be possible for the individual to adjust his whole risk situation to that which he most prefers, more closely than he could do by investing in any single enterprise.
(apud Markowitz, 1987, pg. 37)

2.2.1 Definição de Retorno

A definição de retorno simples é dada pela variação de preços de um determinado período ante ao imediatamente anterior; isto é:

$$R_t = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) - 1$$

A equação acima também pode ser escrita em termos logarítmicos da seguinte forma:

$$\ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Por aproximação log-linear¹, a equação acima ainda pode ser simplificada para:

$$\ln(1 + R_t) \cong R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln P_t - \ln P_{t-1} = L\ln P_t = r_t$$

Onde “L” é o operador à diferença.

Assim, os retornos podem ser definidos como uma série de variáveis aleatórias observadas em tempo igualmente espaçados; isto é, $\{r_t, t \in Z | Z = \{1, 2, \dots\}\}$. Em outras palavras, esta série pode ser considerada como parte de um processo estocástico, bem definido caso se conheça todas as funções de distribuição n- dimensionais:

$$F(X_1, X_2, \dots, X_n) = P(r(t_1) \leq X_1, r(t_2) \leq X_2, \dots, r(t_n) \leq X_n)$$

Para qualquer $t_1, t_2, \dots, t_n$, onde $n \geq 1$.

Porém, na prática, é impossível conhecer todas as distribuições possíveis dos retornos; então o que geralmente se faz é supor que o processo é estacionário de 2ª ordem; ou melhor:

- (i) $E[r(t_i)] = \mu$, para todo i ;
- (ii) $E[r(t_i)] \leq \infty$;
- (iii) $Cov[r(t_i), r(t_j)] = f(|t_i - t_j|)$

Assim, determinando que os retornos das séries financeiras necessitam preencher as seguintes condições abaixo:

- (1) Condição de Estacionariedade;
- (2) Condição de Ergodicidade;
- (3) Ser um processo estocástico.

Dessa forma, alguns fatos estilizados podem ser extraídos a partir das condições supra citadas – Tsay (2005):

- (i) Os retornos são, em geral, não auto-correlacionados;

¹ Aproximação log-linear Uhlig ou pelo segundo momento de uma série de Taylor ao redor da condição inicial de x_0 igual a 0.

- (ii) Os quadrados dos retornos são auto-correlacionados, apresentando um lag de 1ª ordem, e depois decaem lentamente a partir da 2ª ordem;
- (iii) Os retornos também apresentam agrupamento de volatilidade ao longo do tempo;
- (iv) As distribuições se mostram com caudas mais pesadas do que a Normal (t-Student), simétricas e leptocúrticas (curtose mais do que três; isto é, mais achatadas ao redor da média);
- (v) Algumas séries são não lineares, respondendo diferentemente a choques (grandes ou pequenos, positivos ou negativos), refletindo na volatilidade da série.

Assim sendo, tais fatos alavancaram os estudos de finanças, iniciado pelo artigo seminal de Harry Markowitz em 1952 com a teoria de seleção de carteiras a ser vista no item a seguir.

2.3 Teoria da Seleção de Carteiras

A Teoria de Seleção de Carteiras foi elaborada por Harry Markowitz em 1952 com a publicação do artigo Portfolio Selection no Journal of Finance. O autor afirma que o processo de seleção pode ser dividido em dois estágios, sendo:

The first stage starts with observation and experience and ends with beliefs about the future performances of available securities. The second stage starts with the relevant beliefs about future performances and ends with the choice of portfolio (Markowitz (1952), pg. 2).

O excerto acima sugere a existência de uma ótica lógico-dedutiva para ver a escolha / seleção de portfólio; porém sem desconsiderar três pontos relevantes:

- (1) Observação;
- (2) Experiência;
- (3) Crença.

Esses pilares são nada menos que pressupostos comportamentais. Voltar-se-á a este ponto mais adiante. Markowitz (1952, pg 77) se focou no segundo estágio deste processo; onde mostrou duas grandes regras:

- (i) “investor does (or should) maximize discounted expected, or anticipated, returns;
- (ii) investor does (or should) consider expected return a desirable thing and variance of return an undesirable thing - "expected returns-variance of returns".

A primeira regra nos diz que:

(...) investor places all his funds in the security with the greatest discounted value. If two or more securities have the same value, then any of these or any combination of these is as good as any other. (pg. 78)

Porém, ele prova que esta regra é equivocada, pois a diversificação sempre terá a vantagem de gerar máximo de retorno, dado um grau de risco aceitável. Basicamente:

- (1) Supondo que haja “N” ativos;
- (2) Sendo “ r_{it} ” os retornos antecipados no período “ t ” por dólar investido na ação “ i ”;
- (3) Seja também “ d_{it} ” a taxa na qual o retorno do papel “ i ” no period “ t ” é descontado a valor presente;
- (4) E, por fim, “ X_i ” a quantidade relativa investida na ação do “ i ”. (Se exclui o efeito de vendas “short”, então $X_i > 0$ para todo “ i ”).

O desconto antecipado do portfólio será:

$$R_t = \sum_{t=1}^{\infty} \sum_{i=1}^N d_{it} r_{it} X_i$$

$$R = \sum_{i=1}^N X_i \sum_{t=1}^{\infty} d_{it} r_{it} = \sum_{i=1}^N X_i \left(\sum_{t=1}^{\infty} d_{it} r_{it} \right)_i = \sum_{i=1}^N X_i R_i$$

$$R = \sum_{i=1}^N X_i R_i$$

$$R = \sum_{i=1}^N X_i R_i \geq X_i R_i$$

Logo, a diversificação será mais interessante para o investidor do que colocar todo o investimento em único papel. Assim, a segunda regra aponta para a importância da diversificação; pois “ X_i ” é positivo; $\sum_{i=1}^N X_i = 1$ (peso de cada papel na carteira do investidor e normalizado de tal forma que a soma seja igual a 1); e “ R ” é a média ponderada dos retornos de cada papel. Dessa forma, para maximizar o “ R ” deve-se fazer:

- (1) Seja $X_i = 1$ para todo “ i ” com seu máximo retorno de R_i ;
- (2) Se vários retornos R_{α_a} , $a = 1, \dots, K$ são o máximo de várias alocações de:

$$(3) R_{\alpha_a} = \sum_{i=1}^K X_{\alpha_a} R_{\alpha_a} \geq X_i R_i \geq R_i$$

Assim sendo, uma carteira diversificada não pode ser preferível à todas carteiras não diversificadas, senão “an infinite amount of money would be placed in the security with highest r ” (Markowitz, pg 78). Além disso, “The returns from securities are too intercorrelated. Diversification cannot eliminate all variance” (Markowitz, pg 79).

De maneira formalizada, dado um determinado investidor, cuja preferência é representada pela função utilidade abaixo; isto é, utilidade Van-Neuman - Morgenstern:

$$U(x) = U(E(x)) + \sum_{k=1}^{\infty} U(E(x))^{(k)} \frac{[x - E(x)]^k}{k!}$$

Aproximando-a até o segundo termo (ou momento), tem-se:

$$U(x) = U(E(x)) + U'(E(x))[x - E(x)] + U''(E(x)) \frac{[x - E(x)]^2}{2!}$$

Passando o operador - esperança na equação acima:

$$E(U(x)) = E(U(E(x))) + U'(E(x))E([x - E(x)]) + U''(E(x)) \frac{E([x - E(x)]^2)}{2!}$$

$$E(U(x)) = E(U(E(x))) + U''(E(x)) \frac{E([x - E(x)]^2)}{2!}$$

$$E(U(x)) = E(U(E(x))) + U''(E(x)) \frac{E(x^2 - 2E(x)x + [E(x)]^2)}{2!}$$

$$E(U(x)) = E(U(E(x))) + U''(E(x)) \frac{V(x)}{2!}$$

$$E(U(x)) = U(E(x)) + U''\left(\frac{E(x)}{2}\right) V(x)$$

Daí se encontra a função utilidade média – variância do tipo quadrática. Logo, a fronteira eficiente será dada pela maximização de E-V, com a seguinte função objetivo:

$$\text{Max}E(U(x))_x = U(E(x)) + U''\left(\frac{E(x)}{2}\right)V(x)$$

Do ponto de vista matricial e retomando as variáveis de retorno dos ativos, a função objetivo acima pode ser representada:

$$\text{Max}E(U(r))_X = X'E(r) + X'Cov(r)X$$

Dadas as seguintes restrições:

- (1) $x \geq 0$ (vetor de participação dos ativos no portfólio);
- (2) $Cov(r) = Cov(r)'$
- (3) $Cov(r) > 0$. (*matriz de covariância positiva definida*).

É possível também definir um coeficiente de aversão ao risco – η – na maximização acima da seguinte forma:

$$\text{Max}E(U(r))_X = \eta X'E(r) + X'Cov(r)X$$

Isso gera a condição de primeira ordem (CPO) na seguinte forma:

$$\begin{aligned} \frac{dE(U)}{dX} &= \eta E(r) + 2XCov(r) = 0 \\ \eta &= \frac{-2XCov(r)}{E(r)} = -\frac{U''}{U'} \end{aligned}$$

Resultando em uma fronteira com combinação entre média e variância-covariância de um determinado portfólio ajustado pela aversão ao risco (também denominado de medida absoluta de risco de Arrow-Pratt) do investidor, aonde haverá uma combinação ótima de máximo retorno e mínima variância - $E(r)$ - $V(r)$ de forma côncava. Em outras palavras, dado que:

- (1) $X(\eta)$, onde $0 \leq \eta \leq \infty$
- (2) $e(\eta) = E(r)'X(\eta)$;
- (3) $v(\eta) = V(r) = X(\eta)'Cov(r)X(\eta)$

Para ser côncava, a condição necessária (e suficiente) será:

$$\begin{aligned} \eta(\lambda) &= (1 - \lambda)\eta_0 + \lambda\eta_1 \\ X(\eta(\lambda)) &= (1 - \lambda)X(\eta_0) + \lambda X(\eta_1) \\ E(r)'X(\eta(\lambda)) &= (1 - \lambda)E(r)'X(\eta_0) + \lambda E(r)'X(\eta_1) \\ e(\eta(\lambda)) &= (1 - \lambda)e(\eta_0) + \lambda e(\eta_1) \\ e(\lambda) &= (1 - \lambda)e_0 + \lambda e_1 \end{aligned}$$

Analogamente para a variância:

$$\begin{aligned}
 v(\eta(\lambda)) &= (1 - \lambda)^2 \text{cov}(r'X(\eta_0), r'X(\eta_0)) \\
 &\quad + 2\lambda(1 - \lambda) \text{cov}(r'X(\eta_0), r'X(\eta_1)) + (\lambda)^2 \text{cov}(r'X(\eta_1), r'X(\eta_1)) \\
 v(\eta(\lambda)) &= (1 - \lambda)^2 \sigma^2(\eta_0) + 2\lambda(1 - \lambda) \sigma^2(\eta_0, \eta_1) + (\lambda)^2 \sigma^2(\eta_1)
 \end{aligned}$$

Graficamente, isso resultaria em uma curva do tipo:

Gráfico 1 – Fronteira Eficiente de Markowitz

Cujo ponto ótimo será dado na fronteira eficiente do problema de maximização; isto é:

$$E(r) = -\frac{2}{\eta} X \text{Cov}(r)$$

Sharpe (1964) e Lintner (1965), respaldados neste trabalho de Markowitz, assumem que como os investidores possuem uma determinada proporção de “X*” fixa em seus respectivos portfólios, podendo agregar um valor em dinheiro via empréstimo (ou financiamento) bancário, eles justificam que então o “X*” deve ser o portfólio de mercado, já que a proporção do último ativo será o valor de mercado deste ativo sobre todos os outros existentes; ou seja, a fatia de mercado de um único ativo em relação ao restante (também conhecido como “*market share*”).

Com isso, os autores derivam o resultado de que para cada ativo “i”, cujo retorno é dado por “ r_i ”, é uma regressão de um retorno esperado de um ativo livre de risco com o portfólio de mercado.

Esta derivação será, dessa forma, o arcabouço teórico do qual se respalda o modelo de precificação de ativos, também denominado no inglês de “*Capital Asset Pricing Model*”, ou pela sigla de CAPM, que será visto neste próximo subitem.

2.4 Modelo de Precificação de Ativo de Capital (CAPM)

O modelo CAPM, ou é conhecido como “*Capital Asset Pricing Model*”, foi proposto por William Sharpe em 1964, com o artigo “*A Simplified Model for Portfólio Analysis*”. Ele tem como escopo a análise das relações de risco e retorno elaborado por Markowitz (1952), através de uma relação mais simples onde a análise de portfólio se dá, sobretudo, sob duas hipóteses:

- (1) Não é necessário assumir que os ativos são interrelacionados;
- (2) Os retornos dos vários ativos podem ser relacionados em uma única relação via um fator comum e outro randômico; isto é:

$$R_p = \sum_{i=1}^N X_i R_i = \sum_{i=1}^N X_i (A_i + B_i I + C_i) = \sum_{i=1}^N X_i (A_i + C_i) + \sum_{i=1}^N X_i (B_i I)$$

Onde,

A_i e B_i são parâmetros da equação e C_i é uma variável aleatória de média zero e variância Q_i . A variável “ I ” é o nível de algum determinado índice como o de bolsa de valores, PIB, preço, entre outros.

Renomeando a equação acima; então, chegar-se-á a forma conhecida:

$$\begin{aligned} R_p &= \sum_{i=1}^N X_i (A_i + C_i) + \sum_{i=1}^N X_i (B_i I) = \alpha_i + \beta_i I + c_i = \\ &= \alpha_i + \beta_i (A_{n+1} + C_{n+1}) + c_i \\ R_p - C_{n+1} &= \alpha_i + \beta_i (A_{n+1} - C_{n+1}) + c_i \\ R_p &= C_{n+1} + \alpha_i + \beta_i (A_{n+1} - C_{n+1}) + c_i \\ R_p &= \alpha_i^* + \beta_i (A_{n+1} - C_{n+1}) + c_i \end{aligned}$$

Dessa forma, um investimento tem uma característica básica e também um fator idiossincrático (inerente a cada ativo), além é claro de uma parcela aleatória, que gera a incerteza (conhecida como “risco” – a partir deste ponto risco e incerteza poderão ser cambiados de forma similar) do investimento.

Conforme Markowitz (1952) já havia escrito, o risco não pode ser eliminado de um determinado ativo, pois o mesmo contribui na composição de uma carteira bem diversificada.

O modelo de CAPM permite, então, dizer que:

- (1) Os investidores convergem suas previsões sobre as taxas de retorno esperadas e riscos dos ativos de um determinado mercado, pois as variáveis são conhecidas de todos.
- (2) A segunda já considera que os investidores se comportam de forma racional fazendo com que os preços se auto ajustem vis-à-vis a demanda dos ativos. (Bodie, Z. Merton, R. (2001, pg. 336)).

Na composição moderna do CAPM, há dois tipos de ativos: os ativos livres de risco e os ativos arriscados. Ambos afetam as decisões de escolha de otimização dentro das carteiras de investimentos, são elas:

- (i) O retorno esperado é igual ao retorno real e não existe correlação entre ativos livre de risco com ativos arriscados;
- (ii) O retorno esperado é o prêmio de risco da carteira de mercado acrescido do retorno do ativo livre de risco (Yoshinaga (2004, pg. 13)). Resumidamente, o prêmio de risco do mercado é o que os investidores exigem pelo fato de se exporem ao risco e o seu grau de aceitação depende do quanto os investidores estão dispostos a arriscar.

Isso acaba criando uma carteira diversificada e menos exposta aos riscos específicos de um ou outro ativo.

O modelo CAPM também se propõe a prever a relação entre os ativos que compõem uma carteira, medindo a sensibilidade dos ativos em relação aos movimentos do mercado. (Brealey, R. Myers, S. and Allen, F. (2008, p.147)).

As principais premissas são:

- (1) Os retornos tanto de ativos são um conjunto de variáveis aleatórias normalmente distribuídas que os acionistas ativos e potenciais empregam uma forma quadrática de utilidade;
- (2) A variância dos retornos é uma medida adequada do risco (consequência da premissa (1));

- (3) Todos os agentes têm acesso à mesma informação e concordam sobre o risco e retorno esperado de todos os ativos (suposição expectativas homogêneas);
- (4) De (3), pode-se dizer as probabilidades dos agentes coincidem com a verdadeira distribuição dos retornos;
- (5) Além disso, o modelo assume apenas duas datas (" t " e " $t+1$ ").

2.4.1 Anomalias do Modelo CAPM

Os retornos das séries financeiras não possuem distribuição normal; pois grandes oscilações ocorrem no mercado com mais frequência, gerando pico de alta e caudas mais pesadas. Outro ponto importante é que os agentes podem influenciar o mercado através de informações não disponibilizadas a todos ("*inside information*"), levando a uma ineficiência do mesmo. Além disso, ele não permite aos agentes aceitarem retornos mais baixos vis-à-vis maiores riscos.

Os custos de transação também não são levados em conta, o que podem influenciar o equilíbrio no mercado de ativos. Outro pressuposto relevante é que os ativos são infinitamente divisíveis e que todos podem ser transacionados.

Assim, Brigham, E. Gapensky, L. e Ehrhardt, L. (2001, p. 201) levantaram alguns questionamentos relacionados acima sobre o modelo CAPM, citando que os estudos de Fama, E. French, K (1993) não encontraram relações entre os retornos históricos e os indicadores de mercado (também conhecido como "beta" do mercado) e mostraram alternativas a este modelo, que seria, por exemplo, os modelos multibeta onde o risco é medido em relação a vários fatores determinantes do comportamento do retorno dos ativos como o fator tamanho e o fator de valor de mercado da empresa em relação ao seu valor contábil. Entretanto, vale ressaltar que os autores não invalidaram o modelo CAPM, mas sim evidenciaram que este tem um poder explicativo maior ao se incorporar outras variáveis no modelo.

Tais fatos, em alguma magnitude, influenciaram Eugene Fama a escrever sobre a hipótese de eficiência de mercados, conforme explicado na sessão subsequente.

2.5 Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM)

Com os estudos de Roberts (1967) e de Fama (1970) a eficiência de mercado passou a ocupar um lugar de destaque na Teoria de Finanças, com grandes discussões de teóricos a favor e contra a sua existência. Foi a partir dos estudos desses autores que pesquisas sobre o comportamento de preços no mercado e teorias que tentavam explicar a sua trajetória ao longo do tempo foram aperfeiçoadas, chegando-se ao arcabouço teórico existente atualmente.

Pode-se dizer que a hipótese de eficiência de mercado pressupõe que oportunidades de investimento são notadas e desaparecerão quase que instantaneamente através dos ajustes nos preços dos ativos. De acordo com esta hipótese, os preços dos ativos, e consequentemente seus respectivos retornos, devem refletir todo o conjunto de informações disponíveis aos seus agentes.

O conceito de mercado eficiente possui implicações muito vagas, podendo ser atrelado a inúmeros modelos de determinação de retorno de ativos. De fato, para testar a hipótese de eficiência do mercado é necessária uma especificação mais precisa em relação ao comportamento esperado dos retornos dos ativos, sugerindo, assim, que existe a possibilidade para a formulação de modelos de equilíbrio. Se o nível de retorno considerado normal for constante, esta definição implica em um passeio aleatório para a variação relativa de preço de um ativo.

Tal concepção parte da premissa de que um investidor não poderá obter retornos extraordinários no mercado de ações, dado um determinado risco. Ou seja, dado um mesmo nível de risco para dois ativos, espera-se que esses apresentem o mesmo retorno esperado, segundo Bodie, Kane e Marcus (2002).

De acordo com Fama (1970), um mercado é eficiente quando os preços dos ativos refletem integralmente todas as informações disponíveis naquele momento. Assim, para que o mercado seja eficiente, é necessário que o preço das ações seja justo, e que reflita todas as informações disponíveis, o conhecimento dos prováveis retornos futuros, além da determinação da taxa de

retorno do investimento. Roberts (1967) fornece uma subdivisão clássica com relação à definição de eficiência de mercado:

Fama (1970, p. 389-413) considerou as seguintes formas na Hipótese de Eficiência do Mercado (HEM):

(1) Forma Fraca de Eficiência: Define que os dados de preços e os volumes históricos das ações não contêm informações que possam ser utilizadas para propiciar retornos acima do que seria obtido através da estratégia de comprar e manter o ativo por um intervalo de tempo. Ou seja, as informações disponíveis advêm apenas dos históricos dos preços, retornos e volumes.

(2) Forma Semi-forte de Eficiência: Diz-se que o mercado é eficiente quando os preços refletem todas as informações disponíveis publicamente. Dentre elas, os resultados das empresas, como o lucro líquido, balanços e dividendos. Portanto, apenas agentes que possuem *inside information*, que têm acesso a informações privilegiadas, conseguem obter lucro maior do que a estratégia de comprar e manter o ativo, através da informação que ainda não foi incorporada na evolução do preço e que impacte o respectivo retorno.

(3) Forma Forte de Eficiência: Especifica que todas as informações públicas e privadas estão disponíveis no mercado, assim não é possível obter lucro maior do que a estratégia de comprar e manter no curto prazo. Assim as mudanças de preços são variáveis aleatórias independentes e nenhum participante do mercado possui informações privilegiadas.

A hipótese de eficiência do mercado acionário, quando rejeitada, pode tornar uma análise fundamentalista lucrativa, dado que haveria diversas ações que estariam sendo negociadas abaixo do seu valor intrínseco, podendo ser adquiridas, e outras ações, que estariam acima do seu valor potencial, que deveriam ser vendidas, ocasionando lucro na operação (Bodie, Z. Kane, A. Marcus, A. (2002)).

Outra forma de gerar lucros seria através da análise gráfica, pois as informações sendo absorvidas de forma defasada, aumentando o tempo de ajuste das ações, possibilitariam a visualização dessas oportunidades de investimento em gráficos desse tipo de tendência, propiciando operações lucrativas.

Ao longo do tempo, a hipótese de mercados eficientes (HEM) sofreu algumas críticas, considerando que as revisões dos testes eram apresentadas de forma repetitiva e que os investidores reagem com certo atraso às novas informações do mercado e não de forma rápida como prevê a teoria.

Entretanto, nos últimos anos, vieses de comportamento, como efeitos de auto-confiança efeito manada entre outros, vêm sendo comuns em finanças e as teorias clássicas já não conseguem explicar tais desvios de forma satisfatória. Ai, com trabalhos de Tversky, A. Kahnemen, D (1979), uma nova vertente comportamental está sendo formalizada, considerando aspectos psico-neuro-cognitivos.

CAPÍTULO 3 A TEORIA DE FINANÇAS COMPORTAMENTAIS

A junção entre a economia e ciências cognitivas não é tão nova. Ela é remanescente da idéia de Schumpeter, onde o empresário inovador descobre caminhos completamente novos fora de seu ambiente rotineiro. E para conceber o “novo”, se deve lutar para superar algumas dificuldades não somente dentro de sua inserção social, mas igualmente verificar se o “novo” é economicamente viável dado a informação restrita nele existente (ou em alguns casos, nenhuma informação sequer, baseando-se somente em sua intuição). O fato acima pode ser observado no trabalho principal de Schumpeter (“Teoria do Desenvolvimento Econômico” datado em 1912):

(...) Within economic life, it must be acted as to solve all the details that must be done. Here, the success depends on intuition, the capacity to see things through a way that ex-post it might end up to be true, even though at the moment it is conceived it cannot be compared, and to realize that the essential fact, leaving aside the perfunctory, that it may not demonstrate the principles that lead to that specific action. (pg.85)

Assim, conforme já definia os autores Thaler, R. Mullainathan, S. (2000), a economia comportamental preconiza que os indivíduos operem de acordo com as limitações de suas atividades racionais. Uma das definições de racionalidade se respalda nos resultados que geralmente se quer obter quando as escolhas são muito limitadas.

Essa limitação da racionalidade foi fortemente explorada por Herbert Simon em seu artigo “Rational decision making in Business Organisation” datado em 1979, e reforça o mesmo ponto dos autores previamente citados, adicionando a idéia de que a decisão também está calcada no conhecimento, na experiência e no ambiente da organização, no qual o indivíduo (empresário / investidor) está inserido.

Em outras palavras, Simon discute as dificuldades enfrentadas por esses indivíduos que são: 1) conhecimento não precedente sobre a idéia / investimento em algo novo, 2) barreira psicológica da rotina (hábito), que

sucumbe o desejo de fazer o 'novo' e finalmente a barreira social, porque o ambiente se posiciona de encontro ao elemento novo. Mas mais importante ainda do que os três elementos acima mencionados é a grande relevância que Simon coloca no comportamento destes agentes, que são capacidade de processamento limitado (cognição limitada) e da assimetria da informação. Todos esses elementos, de acordo com Simon, estão sob o conceito "da racionalidade limitada" assim definido:

(...) Rationality is bounded when it falls short of omniscience and the failures of omniscience are largely failures of knowing all the alternatives, uncertainty about relevant exogenous events, and inability to calculate consequences. (1979, pg. 502)

Para então se tentar maximizar o lucro, muitos elementos cognitivos faltarão gerando conflitos na estratégia dos negócios. Estes conflitos são decorrentes da análise de risco e benefício oriundos da negociação.

3.1 Finanças Comportamentais

A denominada "*Behavioral Finance Theory*", ou teoria das finanças comportamentais, firmou-se como uma teoria que, segundo Shefrin (2002), estabelece que algumas variáveis econômicas não podem ser descritas pelas condições de equilíbrio da teoria moderna de finanças, partindo do princípio que as decisões tomadas por agentes financeiros são incompatíveis com as atitudes baseadas em expectativas racionais, expectativas estas que podem ser influenciadas por emoções e processos mentais.

Recordando Tversky ,A. Kahneman,D.(1979), eles argumentam que esta dicotomia está atrelada ao conceito de utilidade hedônica (ou cardinal), isto é, utilidade dos gostos subjetivos, sendo eles dor, prazer, etc.. Nesse sentido, eles discutem que a previsão de correção de gostos futuros é, portanto, um dos requisitos da tomada de decisão racional.

Em outras palavras, é a crença de que o que realmente importa para as pessoas, que pode realmente influenciar seus respectivos comportamentos, e não o resultado esperado de uma escolha, conforme suscitado pela teoria de

utilidade esperada Von Neumann-Morgenstern, como visto no capítulo anterior. O contraste reside, então, na reação diferente a ganhos e perdas junto aos agentes econômicos, como mostrado no gráfico abaixo.

Gráfico 2 – Relação Assimétrica entre Ganhos e Perdas

Fonte: Kahneman (2009)

A função acima é denominada de valor assimétrico; pois, à direita da origem está representado como um investidor valoriza os ganhos e, à esquerda, como ela valoriza as perdas e, portanto, não existe simetria. Esta função possui as seguintes características: (1) Ela é côncava no domínio dos ganhos, significando aversão ao risco; (2) convexa no domínio das perdas, levando à procura por risco; (3) E, por fim, descontínua no ponto de origem: mais íngreme para perdas do que para ganhos.

A inclinação mais íngreme à esquerda da origem indica que perdas são mais valorizadas do que ganhos e as curvaturas indicam que, com ganhos, as pessoas são mais avessas ao risco, mas, com as perdas, tendem a se aproximar e procurar por mais risco.

Outro ponto importante é que os autores também argumentam que “memory bias are significant because the evaluation of past determines what is learned from it. Errors in the lessons drawn from experience will inevitably be reflected in deficient choices for the future” (Kahneman, D. Tversky, A.(1974)) . Ou seja, esses erros são decorrentes dos chamados “frame dependencies”, segundo o qual as preferências dos indivíduos divergem perante ao conflito existente entre o valor do risco e o valor do benefício (em outras palavras, os

agentes de mercado se deixam influenciar por suas preferências, criando um valor percebido para também atingi-los economicamente). Isso também é conhecido na literatura econômica-financeira como vieses de comportamentos, explorado em seguida.

3.1.1 Vieses Comportamentais

São expostos, a seguir, alguns vieses lógicos que podem influenciar na tomada de decisões de um agente no mercado. Estes vieses tratam de erros de julgamento e evidenciam a possibilidade de falhas no processo decisório. Porém, de alguma maneira, eles contribuem para o desenvolvimento de uma visão mais holística a fim de melhorar o entendimento das variáveis cognitivas na teoria de finanças. Abaixo será descrito os principais desvios de comportamento inerente ao processo de tomada de decisão.

3.1.1.1 Vieses Estatísticos

Walton (2006) ressalta que estatísticas espúrias, ou seja, quando não fazem nenhum sentido, se trata de quando se perde o sentido da utilização de um determinado dado estatístico devido à sua imprecisão. Caracteriza-se quando se usa como proposição uma referência estatística, aonde não se pode chegar de forma racional.

Existe também a estatística incognoscível quando um argumento que exige uma prova praticamente ou logicamente impossível de se averiguar. Nesse tipo de engano, pode ser apresentado em termos suficientemente claros e precisos, porém com o viés de que não seja plausível a existência de provas capazes de sustentar tal afirmação (com determinada precisão numérica, por exemplo).

Falácias estatísticas como estatística incognoscível e a estatística sem sentido, se tornam comuns quando se tenta fazer de um argumento fraco um mais forte do que as provas realmente permitem.

Outro exemplo clássico se além a estatística insuficiente, a qual se caracteriza pela seleção de uma amostra que não tenha o tamanho adequado para se fazer uma generalização da população.

Duas perguntas devem ser respondidas de maneira que se evite tomar decisões equivocadas devido à generalização dos resultados obtidos através de uma amostra. Primeiro, se existem informações a respeito do tamanho da amostra. Segundo, se perguntar se ela é suficiente para sustentar a generalização feita.

Embora a importância do tamanho da amostra seja fundamental na estatística, Tversky, A. Kahneman, D. (1974) argumentam que o tamanho da amostra raramente faz parte da nossa intuição, uma vez que ao responder problemas relacionados com amostragem, as pessoas freqüentemente usam a heurística da representatividade; isto é, [...] ignoram o tamanho da amostra que é crítico para uma avaliação precisa do problema. (Bazerman, 2004, p. 26)

Adicionalmente, generalizações também não podem ser feitas, não porque a amostra é pequena, porém em virtude da distribuição de qualidade não corresponder à amostra em questão.

3.1.1.2 Heurísticas

As heurísticas se estabelecem como ferramentas cognitivas que visam facilitar as tomadas de decisão. Elas não são mutuamente excludentes, uma vez que se pode encontrar mais de uma heurística em um mesmo processo de tomada de decisão. Devido a isso, o objetivo é encontrar a heurística predominante para cada viés de comportamento identificado.

Psicólogos e neurocientistas identificaram em muitos estudos distintos que as pessoas utilizam procedimentos simplificados de avaliação em seus processos decisórios. Tais regras de bolso são comumente denominadas um seu conjunto de heurísticas de decisão.

A heurística da representatividade refere-se ao julgamento baseado em estereótipos, de acordo com Shefrin (2002). Tratando-se de investimentos, tal heurística pode causar influência na percepção dos investidores, cuja avaliação pode ser fundamentada em uma opinião estereotipada sobre uma determinada ação ou empresa. Esta visão pode advir de fatores passados como o próprio desempenho da empresa, relações com seus respectivos investidores entre outros fatores relevantes.

Tversky, A. Kahneman, D. (1974) advogam que existe uma tendência por parte das pessoas de fazer julgamentos prévios sobre informações e eventos baseando-se nos estereótipos que foram *a prior* formados. A heurística da representatividade apresenta diversas facetas:

1) Insensibilidade aos níveis de base: quando avaliada a probabilidade de acontecimentos, sempre que os indivíduos dispõem de qualquer informação descritiva, mesmo que irrelevante, tendem a descartar os níveis de base;

2) Insensibilidade à dimensão da amostra: ao avaliar a confiança de informações, os agentes econômicos tendem a generalizar essas informações obtidas em um número reduzido, desconsiderando assim a dimensão da amostra;

3) Sub-avaliação do acaso: as pessoas tendem a acreditar e considerar que a seqüência dos acontecimentos e informações obtidos em uma ordem cronológica, possuem validade naquela ordem que se estabeleceu;

4) Regressão na média: os agentes econômicos tendem a desconsiderar o fato dos acontecimentos extremos não convergem à média;

5) Correlação ilusória: considera-se (dentre os indivíduos) mais provável a correlação entre dois fatos particulares do que um conjunto geral de ocorrências.

A heurística da representatividade pode estar ligada à tendência dos “*market practioneers*” em confiar excessivamente em analogias históricas. Se algum acontecimento específico sobressair na memória, ou mostrar-se mais representativo, ele pode influenciar mais na decisão desejável (do que seria anteriormente), levando então os agentes econômicos a desconsiderar os outros acontecimentos possivelmente mais adequados.

Já a heurística da disponibilidade é aquela que diz que com qual frequência se avalia as chances de ocorrência de um evento, dada a lembrança destas ocorrências. Segundo Kahneman, D. Tversky, A. (1974) os agentes avaliam a frequência, a probabilidade ou as causas prováveis de um evento através do grau em que estas circunstâncias ou ocorrências ficam prontamente disponíveis na memória.

Um evento que evoca emoções, sendo vívido, facilmente imaginado e específico, estará mais disponível na memória do que um evento que seja por natureza não emocional, neutro, difícil de imaginar ou vago, segundo os autores.

Com isso a heurística da disponibilidade pode constituir uma estratégia muito útil para a tomada de decisão, tendo em vista as circunstâncias de eventos de maior frequência, os quais são, em geral, revelados mentalmente de forma mais fácil vis-à-vis ao de menor frequência.

De acordo com Tversky, A. Kahneman, D. (1974), os agentes econômicos apresentam tendência de julgar acontecimentos recentes com o de maior probabilidade, já que as circunstâncias são melhoras recordadas.

Assim sendo, tais julgamentos de probabilidade são baseados na memória e na disponibilidade das ocorrências, sendo as mais recentes com maior peso.

3.1.1.3 Ancoragem

A ancoragem se respalda na idéia de que os indivíduos fazem avaliações tomando por base um valor inicial, que é ajustado até chegar-se em uma decisão final. Tendo o ajuste próximo ao limite inferior ou superior de uma vasta faixa de valores aceitáveis, apresenta-se uma tendência destes ajustamentos serem insuficientes.

Segundo Bazerman (2004) a ancoragem consiste na avaliação das chances de ocorrência de determinado evento baseando-se em uma âncora, que poderá sofrer os devidos ajustes. Os agentes fazem suas avaliações baseando-se em um valor inicial que será ajustado focando a decisão final. O valor inicial estabelecido pode advir de algum acontecimento anterior por informação aleatória ou então por conta de um problema que possa apresentar. Em situações de decisão, um fator já comum pode provocar efeito sobre a decisão, que será o ponto de partida inicial e poderá ser ajustado posteriormente. Os ajustamentos poderão, em muitos casos, ser não racionais, e podem ainda tender à insuficiência. Desta forma, dependendo dos valores iniciais estabelecidos, pode-se optar por decisões diferentes para um mesmo problema, conforme mostrado em Macclure (2004).

Como conclusão, independente da base estabelecida como valor inicial, os ajustes realizados tomando, por conta este valor, tendem a ser insuficientes.

3.1.1.4 Efeito - Manada e Contágio

Os movimentos de manada são apresentados por Mosca (2009) como as reações tomadas pelos indivíduos seguindo a cadeia pela sensação de errar em companhia ser menos desconfortante que o constrangimento de cometer um erro sozinho, em oposição ao grupo, e este efeito age como um acentuador do denominado efeito contágio.

Banerjee, em seu artigo "Herd Behaviour and Reward for Originality", escrito em 1998, tenta projetar um modelo que contemple a noção de um agente econômico abandonar sua idéia para se juntar ao rebanho.

As suposições deste artigo são que todas as pessoas que escolhem a opção correta geram aumentos iguais no excesso social e essas

peças não podem influenciar esta probabilidade, obtendo boas idéias constantemente.

Em outras palavras, aquelas suposições restritivas envolvem o seguinte fato: - a contribuição social daquelas que inventam coisas completamente novas é claramente maior daquelas que apenas os copiam. Assim o processo de tomada de decisão segue uma análise bayesiana, onde o primeiro agente escolhe sua decisão e o segundo agente decidirá se irá aproveitar a informação indicada pelo primeiro agente ou não, sem observar o sinal emitido pelo primeiro agente. E os resultados sequenciais são feitos tomando em consideração, ou a evidência passada, ou seu próprio sinal. Então para cada resultado, haverá uma regra de decisão que, em um modelo generalizado, seguirá a estrutura abaixo:

$$P(A|G) = \frac{P(G|A) \cdot P(A)}{P(G|A) \cdot P(A) + P(G|B) \cdot P(B)}$$

A probabilidade do sinal (A) em ser bom (G) é a probabilidade condicional de acontecer (G) dado (A) multiplicado pela probabilidade do acontecimento do sinal (A), sobre a probabilidade ponderada de ocorrer (G) dado (A) ou (B).

Como Bickchandani (2000) indica em seu estudo “Herd-Behaviour in Financial Markets: A Review”, o exemplo acima mencionado reflete o comportamento idiossincrásico, em que os primeiros jogadores determinam o “tipo” de manada. Entretanto, reivindica igualmente que um comportamento frágil está caracterizado com a chegada de uma nova informação que pode quebrar facilmente a sequência.

Por sua vez, o efeito contágio é definido como a ocorrência de um evento raro e inesperado com ampla divulgação, ocasionador de uma disseminação de informações entre os agentes econômicos, que tendem a inferir que tal fato deverá ocorrer novamente e o comportamento adotado mediante a esta mudança impacta de maneira significativa o mercado.

3.1.1.5 O Efeito Certeza

O efeito certeza se trata da supervalorização que se dá à certeza absoluta de algum evento específico, devido à incapacidade de entender as probabilidades e calcular seus respectivos valores esperados. Em situações de ganho, o efeito certeza causa um comportamento de aversão ao risco, uma vez que os ganhos certos são super valorizados.

Em situações de perda, o efeito certeza caracteriza um comportamento de propensão ao risco, uma vez que a perda certa sofre uma super valorização na mente do investidor e este assume riscos maiores do que deveria na expectativa de evitar uma perda 100% certa, conforme é visto com os paradoxos de Allais (1953) e Ellsberg (1961).

O primeiro paradoxo, proposto por Maurice Allais, mostra uma inconsistência de escolhas reais à luz das previsões da teoria da utilidade esperada. O problema surge quando indivíduos não calculam de forma correta o resultado esperado de um jogo; ou seja, a probabilidade de um evento versus o seu respectivo ganho ou pagamento.

Já o segundo, se refere à Daniel Ellsberg, que foi citado por Keynes em seus primeiros trabalhos, e descreve uma atitude de preferência para os riscos conhecidos em contrapartida a riscos desconhecidos, também denominado como incerteza (ambigüidade) ou aversão. Por exemplo, as pessoas preferem apostar em uma urna com 50 bolas vermelhas e 50 azuis, que em uma urna com 100 bolas, mas em que não se sabe o número de bolas azuis ou vermelhas. Este fato, porém, difere da concepção de aversão ao risco, uma vez que rejeita os tipos de risco inerentes ao jogo, baseados numa medida de certeza. Neste caso, recompensa acaba se tornando irrelevante.

As possíveis explicações para o paradoxos citados acima são :

1) Uma vez que a informação probabilística disponível ao agente que a decisão é incompleta, existe uma tentativa de se quantificar a ambigüidade não-probabilística, na qual ele enfrenta. Ou seja, uma probabilidade subjetiva de possíveis resultados;

2) No jogo descrito por Ellsberg, a probabilidade de uma bola vermelha é de 30/90, que é um número preciso. No entanto, o agente econômico, muitas vezes, não consegue distinguir, de forma intuitiva, entre esta probabilidade e

30/91. As impressões subjetivas são muito pouco claras em relação a essas probabilidades;

3) À luz da ambigüidade nas probabilidades dos resultados, o agente é incapaz de avaliar corretamente a sua utilidade esperada. Consequentemente, uma escolha baseada na maximização da utilidade esperada também é impossível (há a violação da coerência probabilística, como dito previamente);

4) Outra explicação possível é que este tipo de jogo desencadeia um mecanismo de aversão ao erro. Muitos seres humanos assumem naturalmente, em situações do mundo real, uma probabilidade de um determinado evento e a mesma pode enganá-los. As pessoas fazem estas decisões com base em experiências preterias, ou seja, com eventos que seriam possivelmente relacionados.

3.1.1.6 A Falácia do Jogador

A falácia do jogador trata-se de indivíduos não entenderem o conceito estatístico de independência. Quando eventos são independentes entre si, não se pode tomar decisões com base em resultados passados, pois o conhecimento destes não aumentam suas chances de descobrir os seguintes.

A afirmação pode ser ilustrada com o exemplo do arremesso de uma moeda justa. Se uma moeda justa é arremessada três vezes e todas as jogadas se obtém coroa, não se pode estimar que as chances de no quarto arremesso se obter cara são maiores. Independentemente de resultados anteriores as chances de se obter cara ou cora, são sempre de 50% pois os eventos são estatisticamente independentes.

No mercado financeiro, investidores que não entendem seu funcionamento e acreditam que os retornos das ações não são processos aleatórios como o lançamento de uma moeda, costumam operar com base em afirmações como "o mercado já caiu muito" ou "não há como o preço dessa ação subir mais" de mesmo modo que estivessem dizendo "se no primeiro arremesso da moeda o resultado foi cara, no segundo será coroa". (Barbedo, Camilo-da-Silva, 2008, p. 27)

3.1.1.7 Aversão à Perda

O princípio de aversão à perda é um dos pilares constituintes das finanças comportamentais que contraria as premissas estabelecidas pelas finanças tradicionais, onde o investidor é racional e leva em consideração o risco que poderá proporcioná-lo um nível maior de riqueza. Já o modelo das finanças comportamentais diz que os investidores dão foco tanto nos seus ganhos, quanto nas suas perdas, porém não dão igual valor psicológico à ambos. Para Kahneman, D. Tversky, A. (1979) é implícito ao ser humano sofrer aversão a perda de maneira superior em relação aos ganhos, ou seja, é preferível não padecer a dor da perda do que o prazer de um ganho, sendo esses equivalentes. De mesma maneira, são assumidos riscos durante a perda, porém, existe a aversão à este risco quando as pessoas estão ganhando.

Tomando por base o conceito de “aversão às perdas”, é possível observar que o medo de perder é responsável por levar as pessoas à fazerem escolhas de maneira irracional, deixando-as “cegas” em relação as probabilidades estatísticas e aos dados históricos disponíveis.

Objetivando explicar tais paradigmas, os autores desenvolveram a teoria do prospecto. Tal teoria se da como uma alternativa à teoria da utilidade esperada e se baseia na crença de que o que importa e influencia no comportamento das pessoas não é o resultado esperado de uma escolha, e sim a reação dela perante a diferença de ganhos e perdas. Nesta teoria, o processo de decisão é dividido em duas fases: a primeira classificada como fase de edição e a segunda como fase de avaliação. A primeira, de edição, analisa previamente os possíveis prospectos, objetivando reformular as alternativas previstas simplificando assim as futuras escolhas. A segunda, de avaliação, são examinados os prospectos já editados e escolhido aquele de maior valor.

3.1.1.8 Viés do *Status Quo*

O *status quo* é uma alternativa de decisão que caracteriza a opção por manter algo diante de novas opções. Segundo Samuelson, W. Zeckhauser, R.

(1988), trata-se de uma viés sutil, que consiste no desenvolvimento de um padrão global de comportamento gerador de preconceitos imperceptíveis e aversão à mudanças uma vez estabelecido .

Os autores exemplificam o *status quo* através de decisões diárias, caracterizando-se na continuidade e na tendência de permanecerem inalterados, tornando-se mais popular.

A apresentação de um exemplo hipotético ligado aos investimentos proposta na obra *Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias* de Kahneman, D. Knetsch, J. Thaler, R. (1991), faz referência ao recebimento de uma herança e suas opções de investimento (empresa de alto risco, de médio risco, títulos do governo). No caso mencionado, o beneficiado dá continuidade ao *status quo* e não tende a promover alterações nos investimentos recebidos, caracterizando-se pela opção de não realizar mudanças, possivelmente motivado por outro viés, denominado de “aversão a perda” e explicado previamente.

Em suma, o viés do *status quo* é observado em contextos de escolha entre múltiplos objetos e prediz que os indivíduos preferirão permanecer na situação inicial (*status quo*) em relação a mudanças que envolvam a perda de alguns objetos que já possuem, mesmo que estas perdas sejam compensadas pelo ganho de outros objetos. (Thaler, 2000 apud Barros, 2005, p. 26)

3.1.1.9 Excesso de Confiança

Segundo Peterson (2007), o problema reside no excesso, já que a autoconfiança em si pode ser uma coisa boa, e é em muitos casos incentivada e praticada. Alguns indivíduos se mostram excessivamente confiantes, pois têm uma tendência biológica a isto (como no caso de homens jovens, por exemplo).

O mesmo autor diz que confiança excessiva pode distorcer memórias, há uma tendência forte dos indivíduos de lembrar preferencialmente os ganhos ao invés das perdas, outra tendência é assumir o crédito por resultados positivos e atribuir a culpa por resultados negativos a eventos externos.

Especialistas no mercado financeiro costumam ser excessivamente confiantes, provavelmente por receberem uma pressão social e da própria

empresa (na qual trabalham), que devem deter um conhecimento maior e um grande talento a respeito do assunto, como analisado por Rocha ET AL (2011).

Em um mercado em alta, todos ganham. Amadores que começam a investir durante um período assim rapidamente passam a acreditar que possuem algum talento para "escolher" ações de sucesso. Esses ganhadores são os mais propensos a continuar a comprar ações quando o mercado cai, já que aprenderam cedo demais a creditar em sua "genialidade/ capacidade financeira"; como já mencionado em Peterson (2007).

3.1.2 Modelos Comportamentais

Aí reside o cerne do modelo deste trabalho, onde indivíduos possuem suas expectativas facilmente manipuladas, através da mudança de âncora dos preços passados. Esse resultado já é um fato estilizado na área de neurociências e explorá-lo dará uma nova roupagem aos eventos ocorridos no mercado financeiro.

Alguns trabalhos exemplificam as hipóteses acima, como o caso de Bondt e Thaler (1985), que analisam ações perdedoras e ganhadoras e concluem que as primeiras tiveram retornos superiores aos da segunda (conflitos). Ferris ET AL (1988) analisaram também o mercado financeiros e chegaram à conclusão de que as ações de empresas americanas com desempenho positivo sofreram um maior fluxo de negócios (excesso de liquidez) do que àquelas com desempenho precário ou ruim.

Ademais, alguns modelos comportamentais foram propostos como o Shefrin, H. Statman, M (1994), aonde dois grupos de investidores, subdivididos em investidores informados e desinformados (no jargão financeiro, eles também são reconhecidos como "*noise traders*"), são analisados e os autores chegam a conclusão de que estes últimos cometem mais erros cognitivos e muitas vezes não ficam restritos à relação de risco e retorno, pois tendem a sobrevalorizar as ações, empresas ou setores. Este modelo foi chamado de "*Behaviour Asset Pricing Model*" (BAPM) ou modelo comportamental de precificação de ativos. (Lintz, pg. 28)

Existe também o modelo comportamental de Barberis, N. Shleifer, A. Vishny, R. (1998), o qual se baseia na heurística representativa (conforme visto

anteriormente), aonde investidores dão pesos maiores a padrões recentes e pouco relevância às propriedades inerentes aos dados que o geraram (“*data generating process*”). Não obstante, os autores levam em consideração o fato dos modelos utilizados por estes investidores serem atualizados mais lentamente quando novos eventos ocorrem.

Daniel, K. Hirshleifer, D. Subrahmanyam, A. (1998) vão mais além e concluem os preços das ações são definidos pelos investidores informados e que os mesmos estão sujeitos aos vieses de confiança e auto-confiança, uma vez que informações privadas são sobre-valorizadas e as públicas são sub-valorizadas, acarretando numa anomalia nos retornos das ações no curto prazo.

Em suma, se tem observado, segundo Reilly e Norton (2008), ao longo do tempo, que os investidores possuem inúmeros vieses que afetam negativamente o desempenho de seus investimentos. Os estudiosos das finanças comportamentais têm sido capazes de explicar vários deles com base em características psicológicas, conforme visto neste capítulo.

Vieses de decisão, como visto neste capítulo, caracterizam-se por efeitos específicos que afetam indivíduos (investidores) durante diversos casos e processos decisórios.

Adicionalmente, os indivíduos tendem a utilizar atos ocorridos no passado e ostensivamente enfatizados como referência de futuro, caracterizando um julgamento não baseado em probabilidades e sim em vivências. Esta saliência magnifica o efeito da heurística de representatividade, como explicitado pelos modelos de Barberis ET AL (1998) e Daniel ET AL (1998).

Slovic ET AL (1977) mencionam que o processo de tomada de decisão envolve tentativas de estruturar e reestruturar as informações disponíveis como forma de basear suas escolhas finais, e que os indivíduos (ou agentes econômicos) por vezes iniciam suas tomadas de decisões não focadas em sua escolha, mas sim em encontrar argumentos que defendam a alternativa que se tem a pretensão de escolher, evitando assim o sentimento de arrependimento e se constituindo uma preparação prévia para contra argumentar críticas alheias.

A diminuição da dissonância cognitiva caracteriza sumariamente a postergação de um determinado prejuízo, e isto representa uma defesa psicológica de minimizar a importância da perda causada pelo investimento (Kimura, 2000).

Os exemplos mencionados acima caracterizam situações onde é perceptível que diversas decisões não são tomadas mediante o mercado racional e sofrem clara influência do ambiente externo, das pessoas e experiências passadas. Tais erros não se restringem apenas as decisões do dia a dia, segundo as teorias comportamentais, e afetam também os aspectos relacionados a investimentos e finanças.

CAPÍTULO 4 REVISÃO DA LITERATURA DE NEUROCIÊNCIAS

4.1 Dados Psicofísicos em Neurociências

4.1.1 Mensuração Psicofísica

G. T. Fechner introduziu no arcabouço psicológico técnicas de mensuração eventos mentais em 1860. Desde então, a psicofísica passou a investigar as relações entre sensações (ψ) no domínio psicológico e o estímulo (ϕ) no domínio físico. A idéia central se baseia na definição de limite sensorial, o qual, segundo Herbart (1824), os eventos mentais deveriam ser superiores / fortes ao uma quantidade (massa) crítica para ser experienciado conscientemente. Fechner define ainda que limite absoluto (ou limite de estímulo) é considerado como a menor quantidade de estímulo energético capaz de produzir uma sensação (como esse estímulo costuma flutuar entre diferentes momentos no organismo humano, faz-se uma média aritmética dos resultados obtidos para se chegar numa estimação mais exata).

Adicionalmente, existe a conceituação de limite diferencial ($\Delta\phi$), onde o estímulo é aplicado no organismo e deve-se variá-lo acima e abaixo do limite absoluto para que se note uma sensação.

De forma geral uma sensação pode divergir em quatro domínios principais: - intensidade, qualidade, extensão e duração. Assim, a relação entre a relação entre os limites absoluto e diferencial resulta em funções de valor crítico dos estímulos.

Como exemplo, objetos pesados são mais difíceis de se discriminar o peso, e portanto, tendem a ter um limite diferencial (DL) grande já que para se notar realmente a diferença no peso é necessária uma energia de estímulo maior. (DL de 10 para 20 unidades possui um DL menor do que um de 50 para 60 unidades).

Porém de acordo com a lei de Weber, uma mudança na intensidade do estímulo que pode ser discriminado por ($\Delta\phi$) é uma fração constante (c) do início da intensidade do estímulo (ϕ); isto é:

$$\Delta\phi = \phi c$$

$$\frac{\Delta\phi}{\phi} = c$$

A desvantagem é: - cresce muito rápido com valores pequenos. E na forma relativa é possível comparar os resultados de diversas intensidades de estímulos. No entanto, existe uma modificação da lei de Weber, onde se considera uma constante (a), na qual representa o um ruído sensorial advindo de um determinado nível de atividade neural.

$$\Delta\phi = (\phi + a)c$$

$$\frac{\Delta\phi}{\phi + a} = c$$

Dessa forma, pode-se relacionar medidas de psicofísica com o processo de tomada de decisão, pois esta última é dependente da avaliação entre riscos e benefícios no espaço emocional de decisão (ED), e que é representada pela função de valores assimétricos, segundo Rocha ET AL (2010). Portanto, a tomada de decisão reflete a lei de psicofísica uma vez que é caracterizada pelo limite sensorial em relação aos tipos de investimentos tomados pelos investidores (e seus respectivos mercados, nos quais estes últimos estão inseridos e, conseqüentemente, aplicando suas estratégias) como será visto nos próximos subitens.

4.2 A Neuroanatomia da Tomada de Decisão

Na literatura de Neurociências, a contribuição de algumas áreas do cérebro para a cognição de cada indivíduo é notadamente dada pelas regiões do córtex parietal, frontal e hipocampal, refletindo a representação espacial, da memória assim como a geração de ações no espaço.

As informações visuais são processadas de forma serial nos hemisférios cerebrais, através de áreas que progressivamente vão se distanciando do córtex do lobo occipital. Neste sistema hierárquico, há duas cadeias importantes: (1) a área ventral – lobo temporal e (2) a área dorsal.

A primeira é responsável pelo reconhecimento de padrões visuais enquanto que a segunda se responsabiliza pela consciência espacial e também pela direção de ações (Ungerlieder e Mishkin, 1982 apud. Squire ET AL (2003)). As características da área dorsal são, sobretudo, de representação do campo visual assim como detecção e análise dos movimentos visuais. A parte dorsal não faz sozinha este trabalho, que interconecta outras áreas corticais de ordem maior, que servem para mediar essa consciência espacial (“*output*” visual).

Essa conexão engloba, na realidade, parte do córtex frontal, cingular, temporal, parahipocampal e insular; os quais são conectados anatomicamente ao córtex parietal através um caminho de distribuição paralela com sinais sendo enviados sistematicamente para essas áreas. (Goldman-Rakic (1988))

Sabe-se que o córtex frontal está envolvido na geração de comportamentos voluntários e que o lobo temporal medial, incluindo o hipocampo, é de extrema relevância para memória. Essas áreas são associadas, para a maioria dos indivíduos, pelo lado direito do hemisfério cerebral, denominado também de lateralização.

4.2.1 O Córtex Parietal

Essa região do cérebro contribui para a percepção espacial e atenção, e é dividido entre lobo parietal superior e inferior. A primeira funciona como a percepção tátil enquanto que a segunda serve, sobretudo, à cognição visual-espacial. O sulco intraparietal é relevante tanto pela atenção espacial quanto pela representação visual e somatossensitivo do espaço.

Figura 1 – Anatomia das Principais Regiões Cerebrais

De forma geral, os neurônios parietais tem como a maior propriedade a resposta relacionada ao processamento de informação espacial.

4.2.2 O Córtex Frontal

O córtex frontal já contribui para o movimento voluntário e o controle de comportamento de um indivíduo. O lobo frontal está relacionado às funções espaciais como resultado natural de estar envolvido no controle comportamental. Há três divisões do lobo frontal, sendo elas: (1) córtex motor primário, localizado no giro pré-central; (2) córtex pré-motor, incluindo o campo de olho suplementar, situado em frente ao córtex motor primário e, por fim, (3) córtex pré-frontal.

Os neurônios relativos ao córtex motor primário representam movimentos direcionais relativos ao enquadramento (“*frame*”) espacial, ou seja, codificam movimentos musculares dos indivíduos via determinada trajetória (os

padrões de seletividade de movimentos são bem definidos e cobrem todos os movimentos possíveis de forma igualitária).

Já no caso dos neurônios no córtex premotor agem como condutores de sinais sensoriais do sistema motor. Eles possuem campos receptores visuais e também codificam a direção dos movimentos oculares dado a centralização de um determinado objetivo (representação espacial alocêntrica).

No que tange ao córtex pré-frontal, ele já faz a mediação da memória para as informações espaciais, isto é, “working memory” ou “memória de curto prazo” ou ainda “memória de trabalho”, conforme teoria advogada por Fuster (1987) e de Goldman-Rakic (1988). Os estudos originais enfatizaram a capacidade fundamental do córtex pré-frontal para representar as informações não presentes no ambiente e o papel central desta função na criação de um “bloco de rascunho mental”. Goldman - Rakic (1988) sugeriu de como esse conhecimento representacional foi usado para guiar de forma inteligente pensamento, a ação assim como a emoção, incluindo a inibição de pensamentos inadequados, distrações, ações e sentimentos. Desta forma, a memória de curto prazo passou a ser vista como fundamental para atenção e inibição/ controle comportamental. No caso de Fuster (1987), o autor fala de como essa habilidade pré-frontal permite o casamento do passado com o futuro, permitindo associações tanto “cross- temporais” e “cross- modais” na criação, ciclos de percepção - ação dirigidas a objetivos.

Miller, E. Cohen, J. (2001) propuseram uma teoria integrativa do córtex pré-frontal, o qual surge a partir da obra original de Fuster (1987) e Goldman - Rakic (1988). Os autores, Miller, E. Cohen, J. (2001), afirmavam que o controle cognitivo decorria da manutenção ativa dos padrões de atividade no córtex pré-frontal que representava os objetivos e os meios para alcançá-los. Eles ainda forneciam sinais de viés para outras estruturas do cérebro, cujo efeito líquido era o de orientar o fluxo de atividade ao longo de caminhos neurais que estabeleciam os mapeamentos apropriados entre as entradas, estados internos, e as saídas necessárias para executar uma determinada tarefa. Em essência, os dois teorizavam que o córtex pré-frontal é capaz orienta as entradas e as conexões, o que permite o controle cognitivo das ações.

Miller, E. Cohen, J. (2001), dessa forma, concluíram que as implicações de sua teoria podem explicar como o córtex pré-frontal tem a capacidade de

orientar o controle das ações cognitivas. De acordo com sua meta de influência, representações no córtex pré-frontal podem funcionar de várias formas como os modelos de atenção, regras ou objetivos, proporcionando sinais de viés de cima para baixo para outras partes do cérebro que orientam a fluxo de atividade ao longo dos caminhos necessários para executar uma tarefa.

Funahashi ET AL. (1991) apud Squire ET AL (2003) demonstrou também através de um experimento com macacos que realizavam um teste de demora de respostas, que a região do córtex dorsolateral pré-frontal possui uma influência reconhecimento espacial e não-espacial da memória de curto prazo; levando a conclusão que existe uma correlação entre a ação de lembrar uma tarefa e retê-la na mente a fim de dar uma resposta intencional.

O hipocampo e regiões adjacentes do córtex – perirrinal, entorrinal e parahipocampal - estão associadas com a formação da memória (especialmente focado na memória para espaço material), já que o primeiro é uma região primitiva do córtex. Os neurônios do sistema hipocampal são sensíveis à orientação direcional da cabeça. (Zola-Morgan apud S. Squire, L. (1993)). É na região do córtex pré-frontal e suas respectivas funções executivas que se irá explorar neste próximo subitem.

4.2.3 As Funções Cerebrais Executivas do Córtex Pré-Frontal

Pode-se definir o controle cognitivo como sendo a habilidade com a qual o controle dos processos cerebrais se distancia das reações reflexivas perante o ambiente, na medida em que se objetiva uma ação futura.

Os processos reflexivos, ou ainda denominados de automáticos, são transferidos ao sistema nervoso por conta da evolução biológica; no entanto, também podem ser adquiridos através de um processo de aprendizagem gradual em alguns comportamentos familiares.

Já os processos controlados são caracterizados por comportamentos orientados a um determinado objetivo, mas também são analogamente aprendidos. Ademais, o controle cognitivo é multimodal, ou seja, o processamento do “mundo externo” ocorre em outro sistema assim como

subsistemas especializados para diferentes modalidades sensoriais, enfatizando distintos estímulos.

Segundo Norman, D. Shallice, T. (1996) apud Squire (2003), a relação entre funções cognitivas e processos automáticos pode ser estilizado da seguinte forma:

Figura 2 – Dinâmica das Funções Executivas – modificado pelo autor

A principal idéia deste modelo é que a informação é armazenada em padrões de conexões de neurônios e com o aprendizado e memória pode resultar de modificações destas conexões.

É importante ressaltar que comportamentos que são controlados também contam com uma variável temporal, isto é, podem ser estendidos no tempo. Informações relevantes para uma tomada de decisão devem ser antecipadas e mantidas na mente por um determinado tempo. Isso é o que se chama de memória de curto prazo. Além disso, pode-se também afirmar que tais processos são limitados em termos de capacidade e, por isso, devem também ser devidamente selecionados. No domínio sensorial, este último fato é conhecido como atenção e, dessa forma, em geral, atenção e controle cognitivo acabam sendo sinônimos.

Shimamura (2000), com sua teoria filtragem dinâmica, descreve que o córtex pré-frontal age como um “*gating*” de alto nível, aonde há um mecanismo de filtragem que melhora as ativações dirigidas a objetivos e inibe ativações irrelevantes. Este mecanismo de filtragem permite o controle executivo em vários níveis de processamento, incluindo a seleção, manutenção, atualização

e reencaminhamento destas ativações. Também tem sido usada para explicar a regulação emocional.

Do ponto de vista anatômico, o córtex pré-frontal está conectado com os sistemas sensoriais via partes do dorso e ventrolateral do córtex. Eles se relacionam mais juntamente com o neocórtex sensorial do que com córtex orbitofrontal. As informações recebidas das áreas sensoriais advêm dos córtices occipital, temporal e parietal. Vale lembrar que o córtex pré-frontal não está conectado diretamente com áreas sensoriais primárias, mas ao invés disso, está interconectado com o córtex sensorial secundário.

Além disso, há conexão com as estruturas do sistema motor através do córtex pré-frontal dorsal, o qual está interconectado com a área suplementar motora (SMA), pré-SMA. Neste caso, sugere-se que é uma região primária da qual o córtex pré-frontal exerce maior influência sobre o controle motor do que o comportamento. O gânglio basal também está relacionado com estas duas estruturas (córtex pré-frontal e sistema motor), já que recebe inputs do estriado, sendo este último uma projeção do córtex pré-frontal, pois as informações viajam do núcleo subcortical e se projeta no córtex frontal através do tálamo. De acordo com Passingham (1993) apud Squire (2003), sugere-se que o gânglio basal é o mais importante condutor dos sinais de recompensa da área dopaminérgica ventral tegmental do médio cérebro e, dessa maneira, influencia o córtex pré-frontal.

O sistema límbico também mantém uma conexão com o córtex pré-frontal na medida em que está associado com a estrutura límbica medial temporal da memória de longo prazo e também informações internas tais como afeto e motivação. Há também uma relação indireta com hipocampo e neocórtex (via tálamo), amígdala e hipotálamo. Isso se reflete na forte conexão com os córtices gustatórios e olfatórios do que com os córtices parietal, temporal e lateral pré-frontal.

Conforme dito previamente, o córtex pré-frontal é interconectado com diversas áreas do cérebro, o que é um pré-requisito para o controle cognitivo. Os neurônios são ativados pelos estímulos sensoriais, além do limbo voluntário e movimento ocular. A demora nas atividades relacionada a esta estrutura é devido aos receptores de dopamina, central para a característica de orientação a resultado (*"goal-oriented"*). Adicionalmente, os neurônios dopaminérgicos na

região do médio cérebro e gânglio basal instruem o córtex pré-frontal em quando manter uma determinada atividade e se a mesma gerará algum tipo de recompensa. Com isso, há uma característica de “predição” de recompensas, ou seja, estes neurônios são codificados com informações de recompensas ou expectativa de recompensas (especialmente quando não são entregues). O córtex pré-frontal orbital é a área responsável por esta atividade, uma vez que ela recebe todas as informações degustatórias assim como olfatórias. Outra área importante também é o córtex dorsolateral pré-frontal.

É importante salientar a hipótese do marcador somático (*“somatic marker hypothesis”*), descrita por Damásio (1991), aonde se sugere que o córtex pré-frontal orbital é responsável pela nomeação de pessoas, objetos e situação com uma “significância afetiva”. Este fato é alcançado em virtude da associação entre memórias afetivas passadas com a representação de um estado somático de um evento que é evocado, ajudando o indivíduo a tomar uma determinada decisão. Essa dinâmica é então chamada de “marcador somático”.

Quando há escolhas complexas ou mesmo conflitantes, não é possível usar somente processos cognitivos, pois eles podem sofrer com sobrecargas, culminando na incapacidade de chegar a um resultado satisfatório. Nestes casos, os marcadores somáticos podem ajudar na tomada de decisão, pois são associações entre estímulos de recompensa que induzem um estado afetivo / fisiológico associado.

Conjectura-se que os marcadores somáticos são armazenados no cérebro na região do córtex pré-frontal ventromedial (vMPFC; a subsecção do córtex pré-frontal orbital). Estas associações de marcadores podem ocorrer novamente durante a tomada de decisão e podem influenciar nosso processo cognitivo. A totalidade deste estado direciona ou influencia uma determinada decisão de saber como agir, através do tronco cerebral e o corpo estriado (inconscientemente), ou se manifestando (de forma consciente) com alto processamento cognitivo cortical.

Por exemplo, Phineas Gage, paciente que teve seu lobo frontal perfurado por uma barra de metal, e apesar não apresentar sequelas motoras, teve mudança acentuada de comportamento. Com isso, este caso de Phineas

forneceu a primeira evidência de que os lobos frontais estavam associados com a tomada de decisões e conduta social.

Portanto, danos no lobo frontal; especialmente para no córtex pré-frontal ventromedial, resultam geralmente em habilidades com deficiência de organização e se comportam de maneira socialmente inadequada. Na verdade, estes pacientes parecem ter dificuldade em expressar e vivenciar emoções apropriadas. Isso levou Antonio Damasio à hipótese de que os déficits de decisão nesta área do córtex pré-frontal ventromedial acarretaram dano da incapacidade de usar as emoções para ajudar a orientar o comportamento futuro com base em experiências passadas. Este dano impede sinalização emocional rápida a comportamentos viesados em direção às respostas adequadas a fim de simplificar o processo decisório.

A amígdala e o córtex pré-frontal orbitomedial também são componentes essenciais desta hipótese e em caso de dano nestas estruturas, ocorrerá conseqüentemente déficit no processo relacionado aos marcadores somáticos. A figura abaixo mostra a região aonde a hipótese de marcadores somáticos é ativada:

Figura 3 – Regiões Cerebrais da Atuação do Marcadores Somáticos

Damásio propõe que os marcadores somáticos direcionam a atenção para opções mais vantajosas, simplificando; então, o processo de decisão. Esta hipótese foi inspirada na teoria econômica, aonde o modelo de tomada de decisão humana é desprovido de emoções, envolvendo a hipótese de racionalidade plena – possuem total conhecimento e informação do ambiente - dos indivíduos e suas “reações” são expressidas em um formato matemático,

gerando assim decisões ótimas. Em contraste com esta idealização, a hipótese do marcador somático propõe que as emoções desempenham um papel crítico na capacidade de tomar decisões rápidas e racionais em situações complexas e incertas.

A maior fonte de evidências para esta teoria advém de experimentos usando o jogo de azar de *Iowa* ("*Iowa Gambling Task*"), aonde participantes são apresentados com quatro bolos virtuais de cartas em uma tela de computador. Eles são informados que a cada vez que se escolhe um cartão, haverá um ganho em dinheiro. De vez em quando, no entanto, a escolha de uma carta faz com que os pacientes percam dinheiro. O objetivo do jogo é ganhar o máximo de dinheiro possível. Cada cartão leva o participante a ganhar uma recompensa. Ocasionalmente, um cartão também será uma penalidade. As seções diferem umas das outras na distribuição probabilística das perdas. Assim, algumas plataformas possuem "maus baralhos", e outras "bons baralhos", porque alguns pacientes deverão levar a perdas no longo prazo, enquanto que os outros vão levar ganhos.

A maioria dos participantes saudáveis embaralham cartões de baralho em cada secção, e depois de cerca de 40 ou 50 seleções, estes mesmos participantes ficam bons o suficiente e permanecem com os bons baralhos. Pacientes com disfunção no córtex orbitofrontal, no entanto, continuam com baralhos ruins na maioria das vezes, mesmo sabendo que estão perdendo dinheiro.

Medição simultânea galvânica da pele mostra que os participantes saudáveis apresentam uma reação de estresse pairando sobre as secções ruins depois de apenas 10 ensaios, muito antes de sensação consciente de que as mesmas são ruins. Por outro lado, estes últimos pacientes com disfunção do córtex orbitofrontal nunca desenvolvem este tipo de reação fisiológica perante ao castigo iminente.

Em outro teste, os pacientes com disfunção do córtex pré-frontal ventromedial se submeteram ao mesmo teste e escolheram os resultados que produziam ganhos imediatos altos, apesar de maiores perdas no futuro. Bechara ET AL (1994) explicam estes resultados em termos da hipótese do marcador somático.

Outra tese que reflete a questão da tomada de decisão no que tange ganho, chamada de recompensa do estímulo do cérebro, é um fenômeno em que a estimulação direta de regiões do cérebro através de meios ou elétricos ou químicos é gratificante e pode servir como um reforçador operante. A estimulação ativa o sistema de recompensa e estabelece hábitos de resposta similares aos estabelecidos por recompensas naturais, como água e comida. Alguns experimentos demonstraram que a estimulação do hipotálamo lateral e em outras regiões do cérebro associada com recompensa natural foi gratificante bem como a indução. Este fato forneceu uma ferramenta útil para a compreensão de como recompensas naturais são processados pelo cérebro, assim como as estruturas anatômicas e a neuroquímica associada com o sistema de recompensa do cérebro.

A relação entre a indução laboratorial e as recompensas naturais (como por exemplo, alimentos, água e cópula) tem sido debatido por muito tempo, e muito das primeiras pesquisas sobre ela está focada em suas semelhanças e diferenças. O feixe medial do pré-encéfalo na estimulação cerebral de recompensa, quer através de meios elétricos ou químicos, ativa as vias neurais que levam a impulsos naturais. Quando regiões específicas do hipotálamo são estimuladas eletricamente, o estímulo provoca comer, beber, ou resposta à cópula, e a estimulação elétrica é mais reforçada quando a recompensa natural é disponível para o consumo.

A diferença entre a estimulação do cérebro e as recompensas naturais pode ser atribuída à falta de um estado de privação de estimulação cerebral que instintivamente facilita a movimentação para buscar a estimulação cerebral. A estimulação cerebral de recompensa também não possui uma representação neural criada na memória do animal que, naturalmente, facilitaria a aprendizagem de uma esperança de recompensa. Ambos efeitos conduzem a taxa de resposta retardada.

Atualmente Miller, E. Cohen, J. (2001) preconizam que os sinais de recompensa originados do sistema dopaminérgico da região medial (“midbrain”) atuam como circuito multimodal. Isso ocorre com o intuito de fortalecer as conexões com os neurônios que processam as informações que levam a estes ganhos.

Mapeamentos foram feitos para determinar a localização dos neurônios relevantes para a recompensa, bem como determinar as vias de sinalização que são diretamente afetados pela estimulação do cérebro. O área de auto-estimulação intracraniana leva a substancialmente diferentes características comportamentais. Locais ao longo do comprimento do feixe do cérebro anterior medial, através do hipotálamo lateral e posterior, além da área tegmental ventral estão associadas com os efeitos de recompensa.

O hipotálamo lateral é uma parte do hipotálamo e a estimulação cerebral ligada a esta área do sistema de recompensa produz taxas de resposta mais altas e, posteriormente, uma maior potência no que se refere à recompensa. As lesões nesta região ou ao longo de sua fronteira podem causar uma perda de comportamentos positivos que levam às recompensas. O feixe do cérebro anterior medial é a área dos locais de recompensa mais frequentemente investigada na estimulação do cérebro, e que é composta por um conjunto complexo de axônios provenientes das regiões olfativas basais e os núcleos do septo. No entanto, não é o único substrato anatômico responsável por reforçar a estimulação do cérebro. Porém, é a principal via para as fibras de dopamina ascendentes e o mesmo funciona para retransmitir informações da área tegmental ventral para o núcleo accumbens. O efeito de recompensa depende da capacidade da estimulação para ativar o sistema de dopamina mesocorticolímbica.

Como dito previamente, o caminho mesolímbico contém a área tegmental ventral, núcleo accumbens, amígdala e o córtex pré-frontal medial. O núcleo accumbens é uma parte do corpo estriado que integra a informação a partir de estruturas corticais e límbicas a fim de mediar comportamentos e também reforçar a recompensa. O núcleo accumbens é um alvo importante para as projeções dopaminérgicas do tronco cerebral. A área tegmental ventral é um grupo de neurônios localizados perto da linha média do mesencéfalo, enquanto que a área tegmental ventral é responsável pela origem de corpos celulares dopaminérgicos que compõem o sistema de dopamina mesocorticolímbica.

A via mesolímbica é ativada trans - sinapticamente por recompensas normais (comida, água, cópula), mas também pode ser ativado diretamente pelas recompensas induzidas de drogas intravenosas ou estimulação cerebral

elétrica ou química. O caminho mesolímbico é um dos caminhos dopaminérgicos no cérebro, o qual modula respostas comportamentais a estímulos recompensadores. Origina-se na área tegmental ventral e se conecta ao sistema límbico via núcleo accumbens, a amígdala e o córtex pré-frontal medial.

Embora a dopamina desempenhe uma função fundamental nos efeitos de recompensa do cérebro, a natureza exata de qual é o papel dela ainda não está claro, uma vez que o circuito de recompensa é multissináptico. A dopamina não é a única transmissora de recompensa. Neurônios da dopamina são importantes na motivação de incentivo e também no reforço associado com a estimulação elétrica. Os opiáceos, incluindo μ e δ opióides parecem ter os mais fortes efeitos de recompensa através dos sistemas de dopamina mesolímbica. E o mecanismo presumido de ação envolve a desinibição do sistema de dopamina pela inibição de neurônios gabaérgicos. Em outras palavras, existe um contra efeito na medida em que o estímulo cerebral que ativa o sistema dopaminérgico mesolímbico deixa de fazer.

Figura 4 – Sistema Mesolímbico Dopaminérgico e Serotoninérgico

Contudo, há ainda alguma controvérsia sobre o papel da dopamina no sistema de recompensa. Três hipóteses - hedonia, aprendizado e incentivo saliência - têm sido propostas como explicações para a função de dopamina no sistema de recompensa. A hipótese sugere que hedonia, dopamina no núcleo accumbens, age como um "neurotransmissor do prazer". No final de 1970, verificou-se que algumas drogas de abuso causam na atividade da dopamina,

em particular no núcleo accumbens, um estado eufórico. No entanto, nem todas as recompensas ou coisas prazerosas envolvem a ativação do sistema de recompensa, o que pode sugerir que o caminho mesolímbico não poderia ser apenas um sistema que funciona apenas fora das coisas agradáveis (hedonia). Aprendizado, por outro lado, lida com previsões de futuras recompensas e formação de associação. A “saliência incentivo” (querer) destaca-se como um possível papel da dopamina, uma vez que considera que esta molécula, quando liberada, estimula o trabalho duro individual para obter uma determinada recompensa. Esta é uma das razões do porquê o transporte de dopamina tem sido extensivamente estudado em TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade). É agora amplamente entendido que a maioria das pessoas que sofrem de algum tipo de transtorno de déficit de atenção provavelmente não têm estimulação de dopamina. Isso também explica por que os inibidores de recaptação de dopamina e estimulantes, muitas vezes melhoram drasticamente os sintomas de distúrbios de atenção.

Em contrapartida, a serotonina ou 5 - hidroxitriptamina (5-HT) é um neurotransmissor monoamina. Bioquimicamente derivado de triptofano, a serotonina é encontrada principalmente no trato gastrointestinal, plaquetas, e no sistema nervoso central. É popularmente um contribuinte para a sensação de bem-estar e felicidade. A serotonina se concentra em células enterocromafinas no intestino, onde é usado para regular os movimentos intestinais. O restante é sintetizado nos neurônios serotoninérgicos do sistema nervoso central. As funções incluem a regulação do humor, apetite e sono. A serotonina também tem algumas funções cognitivas, incluindo a memória e aprendizagem. Modulação da serotonina nas sinapses é para ser uma das principais ações dentre várias classes de antidepressivos farmacológicas.

A serotonina é metabolizada a 5-HIAA, principalmente pelo fígado; envolvendo primeiramente a oxidação por monoamina-oxidase para o aldeído correspondente. Isto é seguido por oxidação por aldeído desidrogenase a 5-HIAA e o derivado de ácido indol-acético. Este último é então excretado pelos rins.

Os neurônios dos núcleos da rafe são a principal fonte de liberação de 5-HT no cérebro. Há 7 ou 8 núcleos da rafe (a literatura médica optou por agrupar os núcleos rafe lineares em um núcleo), os quais estão localizados ao

longo a linha média do tronco cerebral e centrada em torno da formação reticular. Os axônios dos neurônios dos núcleos da rafe formam um sistema neurotransmissor, atingindo quase todas as partes do sistema nervoso central.

Os receptores 5 - HT, os receptores de serotonina, estão localizados na membrana celular das células dos nervos e medeiam os efeitos da serotonina como a ligação endógena e de uma ampla gama de produtos farmacêuticos e alucinógenos.

A ação serotoninérgica é terminada principalmente via captação de 5 - HT a partir da sinapse; ou seja, é conseguido por meio do transportador de monoamina específicos para 5 - HT, SERT, no neurônio pré-sináptico. Vários agentes podem inibir a recaptação da 5-HT, incluindo MDMA (ecstasy), anfetaminas, cocaína, dextrometorfano (antitussígeno), antidepressivos tricíclicos e inibidores seletivos da recaptação de serotonina (ISRS).

Assim, conforme dito anteriormente, a serotonina desempenha uma função em muitos processos cerebrais, incluindo a regulação da temperatura corporal, sono, humor, apetite e dor. Problemas com a via de serotonina pode causar transtorno obsessivo-compulsivo, transtornos de ansiedade e depressão.

Em suma, estas hipóteses e dinâmicas do sistema cerebral com relação ao circuito mesolímbico dopaminérgico assim como serotoninérgico respaldam, de forma robusta, o modelo neuroeconômico de tomada de decisão a ser descrito no próximo subitem.

4.3 Neurociências Cognitiva da Emoção

4.3.1 A Teoria Dual: Dois Sistemas de Razão

Os fundamentos da teoria do processo dual remota de William James (1980), em "*Principles of Psychology*", pois ele acreditava que havia dois tipos diferentes de pensamento: associativos e o verdadeiro raciocínio (razão). Segundo o autor, imagens e pensamentos advêm de experiências anteriores (ou se ancoram em experiências passadas), fornecendo idéias de comparação ou abstrações. No caso do associativo, o autor ainda advoga que a partir de experiências passadas, há apenas uma alusão "reprodutiva", enquanto que a

razão foi útil para "situações sem precedentes", ou seja, inéditas, em que usando o raciocínio lógico ou cartesiano ajuda a superar determinadas dificuldades.

Do ponto de vista científico, esse estudo se encaixa numa área de neurociência social cognitiva, e em decorrência disto, foram feitas algumas tentativas de se produzir modelos de processo dual, como; por exemplo, o sistema de heurística. Quando, se fala em psicologia cognitiva, a atenção e memória de trabalho também foram conceituados como forma de se confiar em dois processos distintos, conforme advogado por Barrett, L. Tugade, M. Engle, R (2004).

Jonathan Evans sugeriu teoria do processo dual em 1984, cujo escopo era de dividir o processo em duas vertentes principais; isto é, processos heurísticos e analíticos. Evans, em seu trabalho, "*Heuristic and analytic processes in reasoning*", sugere que os processos heurísticos de um indivíduo se pautam nas informações que são relevantes para a situação atual. Esta informação é então processada e na sequência, aparecem os chamados processos analíticos. Durante os processos destes últimos, a informação relevante, escolhida no processo heurístico, é então usado para fazer julgamentos sobre a situação.

Steven Sloman produziu uma outra interpretação sobre processamento duplo em 1996, aonde acreditava que o raciocínio associativo leva estímulos e os divide em grupos lógicos de informações com base na regularidade estatística. Em outras palavras, esta associação nada mais é que a relação diretamente proporcional à semelhança de experiências passadas, contando ainda sobre as relações temporais e de similaridade para determinar o raciocínio ao invés de uma estrutura mecânica subjacente.

O outro processo de raciocínio, na opinião de Sloman (1996), era o fato do sistema baseado na razão ("*reasoning based*") funcionar em um tipo de estrutura lógica para chegar a conclusões diferentes do sistema associativo. Ele também acreditava que o sistema de regras baseado na razão sempre tinha controle sobre o sistema associativo, porém sem completamente suprimi-lo.

Daniel Kahneman (2003) forneceu interpretação adicional, diferenciando os dois estilos de processamento, chamando-os de intuição e raciocínio. O

primeiro sistema, intuição, ou sistema 1, é similar ao raciocínio associativo e tinha como característica ser rápido e automático, geralmente com fortes laços emocionais incluídos no processo de raciocínio. O autor ainda vai além e diz que este tipo de raciocínio é fortemente baseado em hábitos formados no passado (ancoragem em experiências passadas) e muito difícil de ser alterado ou mesmo manipulado. Já o segundo sistema, isto é, o raciocínio ou sistema 2, possui uma velocidade mais lenta e é muito mais volátil, sendo sujeita a julgamentos e atitudes conscientes.

Sistema 2 é evolutivamente recente e específico para os seres humanos. Conforme dito anteriormente, é também conhecido como o sistema baseado em regra, ou seja, sistema racional ou o sistema analítico. É de domínio geral, realizado no sistema de memória curto prazo. Devido a isto, tem uma capacidade limitada e é mais lenta do que o sistema 1, o qual é correlacionado com inteligência geral. Este sistema permite que o advento do pensamento hipotético, o que não é permitido pelo Sistema 1 e também é distinto para os seres humanos.

O raciocínio dual (ou de processamento dual) postula, dessa forma, que existem dois sistemas ou mentes em um cérebro. A teoria atual é que existem dois sistemas cognitivos distintamente separados e subjacentes ao pensamento e raciocínio e que estes diferentes sistemas foram desenvolvidos através da evolução humana. Estes sistemas são muitas vezes referidos como sendo, ou implícito ou explícito; porém alguns teóricos, como Goel ET AL (2000), preferem enfatizar o lado funcional; isto é, as diferenças entre os dois sistemas e não o fator de consciência e, portanto, referem-se aos sistemas simplesmente como sistema 1 e 2 do sistema. Os termos gerais de ambos os sistemas podem ser descritos, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 – Características do Processamento Dual

Sistema 1	Sistema 2
Raciocínio Consciente	Raciocínio Inconsciente
Implícita	Explícita
Automática	Controlada
Baixo Esforço	Alta Esforço
Grande capacidade de Memória	Pequena capacidade de Memória
Rápido	Lento
Processo	Padrão Inibitória
Associativa	Baseada em Regra (Razão)
Contextualizada	Resumitivo
Evolução Antiga	Evolução Recente
Domínio Específico	Domínio Geral

Goel et al (2000) e Goel & Dolan (2003) produziram evidência neuropsicológica para o processamento dual do raciocínio humano, usando ressonância magnética (fMRI) em seus respectivos estudos. Os autores descobriram que partes anatomicamente distintas do cérebro eram responsáveis pelos dois tipos diferentes de raciocínio; provando que o raciocínio baseado em conteúdo causou ativação hemisfério temporal esquerdo enquanto que, considerando o problema formal, o raciocínio abstrato ativou o sistema parietal. Eles concluíram que os diferentes tipos de raciocínio, dependendo do conteúdo semântico, ativa um dos dois sistemas diferentes no cérebro.

Eles ainda descobriram que os diferentes processos mentais estavam competindo pelo controle da resposta aos problemas apresentados aos voluntários. O córtex pré-frontal foi fundamental na detecção e resolução de conflitos, que são características do sistema 2 e uma área já tipicamente associada a esse mesmo sistema. O córtex pré-frontal medial ventral (vmPFC), assim como orbito frontal medial, conhecida por estar associada com as respostas mais intuitivas ou heurísticas de sistema 1 foi a área em concorrência com o córtex pré-frontal.

A ativação do vmPFC está associada à supressão de sucesso de respostas emocionais a um sinal emocional negativo. Pacientes com lesões no vmPFC mostram defeitos tanto na resposta emocional quanto na regulação da

emoção, conforme estudo feito por Koenigs, M. ET AL (2007). As emoções dos pacientes neste estudo estavam intimamente associadas com os valores morais, apresentando, adicionalmente, uma má regulação de tolerância, raiva e frustração em determinadas circunstâncias. Ressalta-se também que lesões nesta área mostram alterações de personalidade , como a falta de empatia, irresponsabilidade, e tomada de decisão pobre, conforme Motzkin ET AL (2011).

A metade direita do córtex pré-frontal ventromedial ficou associada à regulação da interação entre cognição e a empatia (respostas empáticas). Respostas hedônicas (prazer) foram também associações ao nível de atividade do córtex órbito-frontal por Morten Kringelbach, trabalho este reunido "Pleasures of the Brain" em 2009.

Esta constatação contribui para descobertas associadas ao córtex pré-frontal ventro-medial quando se fala em julgamento de preferência, por exemplo. Existe a idéia de que o córtex pré-frontal ventro-medial é um componente importante para as reativações de associações e eventos emocionais passados.

Adicionalmente, através de estudos neurobiológicos feitos pelo teste WADA, criado pelo cientista Juhn Atsushi Wada em 1949, é conhecido como o "procedimento de sódio intracarotídeo amobarbital" ou ISAP, o qual é usado para estabelecer linguagem cerebral e a representação da memória de cada hemisfério.

Com isso, pode-se descrever três hipóteses, as quais relacionam as emoções com os hemisférios cerebrais: - A dominância do hemisfério direito quando se fala em emoção. Além disso, a bilateralidade hemisférica para a humor. No caso positivo, dá-se no hemisfério esquerdo e negativo no hemisfério direito. (Tranel (1992)).

CAPÍTULO 5 MODELOS DE TOMADA DE DECISÃO

5.1 Condicionamento de Pavlov ou Clássico

O condicionamento clássico (também condicionamento Pavloviano ou condicionamento respondente) é uma forma de aprendizagem, no qual o estímulo condicionado (CS) vem para sinalizar a ocorrência de um segundo estímulo, o estímulo não condicionado.

Um estímulo é um fator que provoca uma resposta em um organismo. A resposta condicionada é a resposta aprendida ao estímulo anteriormente neutro.

Os estímulos não condicionados são geralmente um estímulo biologicamente significativo, como alimentos ou a dor que provoca uma resposta, o que é chamado de resposta incondicionada (UR). O CS geralmente não produz resposta particular no início, mas, após o condicionamento, provoca-se uma resposta condicionada ou CR. Condicionamento clássico difere do operante ou instrumental condicionado, em que o comportamento emitido pelo sujeito é fortalecida ou enfraquecida por suas conseqüências (ou seja, recompensa ou punição).

Ivan Pavlov (1927) exemplificou o mais famoso exemplo de condicionamento clássico, que durante a sua investigação sobre a fisiologia da digestão em cães, desenvolveu um procedimento que lhe permitiu estudar os processos digestivos destes animais ao longo de grandes períodos de tempo. Reorientando fluidos digestivos do animal fora do corpo, Pavlov (1927) notou que os cães no início da experiência começavam a salivar na presença do técnico de laboratório que normalmente os alimentava ao invés vez de simplesmente salivar na presença de alimentos. O autor chamou esta salivação antecipada dos cães de secreção psíquica.

A partir de suas observações, ele previu que um estímulo pode se tornar associado com alimentos e causar salivação por conta própria, se um estímulo particular, for efetuado num ambiente onde o cão estava presente no momento em que lhe foi dada comida. Inicialmente, Pavlov tocava um sino e, em seguida, dava comida aos cachorros e posteriormente a algumas repetições,

os cães começaram a salivar em resposta ao sino. Pavlov chamou dessa forma o sino de estímulo condicionado (ou condicional) (CS), pois seus efeitos dependiam de sua associação com a comida. E a alimentação foi caracterizada de estímulo incondicionado, porque seus efeitos não eram dependentes da experiência anterior.

Assim sendo, a resposta para o CS foi a resposta condicionada (CR) e que para a alimentação foi a resposta incondicionada (UR). O tempo entre a apresentação do CS e alimentação afetou tanto a aprendizagem e do desempenho da resposta condicionada. Pavlov descobriu que, quanto menor o intervalo entre o toque da campainha e o aspecto dos alimentos, mais forte e mais rápido a aprendizagem do cão em relação à resposta condicionada.

Como observado previamente, muitas vezes se é pensado que a resposta condicionada é uma réplica da resposta incondicionada, mas Pavlov observou que a saliva produzida pela CS difere na composição da que é produzida pelo condicionamento somente pela alimentação direta. Na verdade, a CR pode ser qualquer nova estratégia para o CS previamente neutro e assim pode ser claramente associada com a relação condicional do CS e do estímulo alimentar direto. Ele também pensava que pares repetidos eram necessários para o condicionamento surgir, no entanto muitos CRs podem ser aprendidos com um único julgamento como no medo condicionado e aversão ao gosto de aprendizagem.

Segundo o autor, a aprendizagem é mais rápida no condicionamento para a frente (*“forward conditioning”*), já que o início do CS precede o estímulo alimentar, a fim de sinalizar que alimento irá vir a seguir. Duas formas comuns de condicionamento para a frente são atraso (*“delay”*) e rastreamento (*“trace”*) condicionados.

Existe também o chamado condicionamento temporal ou respondente, aonde um estímulo alimentar é apresentado em intervalos regulares, por exemplo, a cada 10 minutos. Isto sugere que há um relógio biológico que pode servir como um CS. Este método também foi utilizado para avaliar a capacidade de temporização com o foco na cognição.

Há, além disso, o processo de extinção, no qual o CS é apresentado repetidamente na ausência de um estímulo. Isso é feito depois de um CS foi condicionado por um dos métodos acima. Quando isso é feito, a frequência da

CR acaba voltando para os níveis de pré-treinamento. No entanto, a recuperação espontânea se mostra que a extinção não elimina completamente os efeitos do condicionamento prévio. A recuperação espontânea é quando existe um aparecimento súbito do CR após a ocorrência da extinção:

Em todos os animais, independentemente da sua história anterior, a estimulação dolorosa do pé faz com que a perna possa ser retirada, dobrando em todas as articulações. Este reflexo flexor é um exemplo de um reflexo não condicionado, uma resposta inata baseada em ligações fixas na cadeia de neurônios receptores (sensor) para o efetor. Ainda mais interessante para vida cotidiana são os reflexos, em que as conexões funcionais entre os sensores excitatórios e os padrões de atividade em órgãos efetores ficam estabelecidos pelo processo de aprendizado adquirido ou condicionado (...). (Schmidt, R. (1989), pg. 155).

Pavlov (1927) propôs uma conta fisiológica de condicionamento que desenvolve conexões entre as centrais cerebrais para o condicionamento e os estímulos incondicionados. Embora a fisiologia de Pavlov fora abandonada, o condicionamento clássico é amplamente utilizado em estudos modernos das estruturas neurais e funções que fundamentam a aprendizagem e memória.

5.2 O Modelo Neuroeconômico

Rocha ET AL (2010) propuseram que a de tomada de decisão é dependente da avaliação entre riscos e benefícios no espaço emocional de decisão (ED), cujas dimensões representam os seguintes sistemas neurais: Sistema de Avaliação das Recompensas; Sistema de Avaliação de Riscos e Sistema de Aproximação e Fuga.

As necessidades em qualquer ambiente são detectadas no ED, que também mapeia esta necessidade na motivação. Os benefícios esperados e os possíveis riscos são calculados como subsídios para o planejamento sobre as possíveis ações geradoras de produtos e serviços. As avaliações finais dos benefícios e dos custos são também computados no ED.

As principais características dos sistemas que definem cada uma das dimensões dos EDs são:

1) Sistema de Avaliação das Recompensas: Esse sistema utiliza os níveis de Dopamina (DA) liberado pelo circuitos mesocorticais (figura 5) para codificar a expectativa de recompensa associada a implementação de alguma ação. A dopamina é liberada pelo circuito mesocortical (neurônio pré-sináptico) para ativar os neurônios do lobo frontal (neurônio pós-sináptico) encarregados de definir a ação implementada. A quantidade de dopamina liberada é proporcional à motivação. A dopamina liberada na sinapse é, entretanto, recaptada pelo neurônio pré-sináptico, de modo que a quantidade de dopamina disponível para ativar o neurônio pós-sináptico e que determina o valor efetivo de cada recompensa, fica então dependente do produto entre a liberação e a recaptção. Em outras palavras, a recompensa esperada sofre um desconto temporal determinado pela função de recaptção.

Figura 5 – Sistema de Avaliação das Recompensas

2) Sistema de Avaliação de Riscos: Esse sistema já utiliza os níveis de serotonina (5HT) liberado pelo circuitos serotoninérgicos (figura 6) ascendentes (amígdala-córtex) e descendentes (amígdala-hipotálamo-substância periaquedutal) para codificar a expectativa de risco associada a implementação da ação. A serotonina é liberada pelo circuito mesocortical (neurônio pré-sináptico) para ativar os neurônios do lobo frontal (neurônio pós-sináptico) encarregados de definir a ação implementada. A quantidade de serotonina liberada é também proporcional à motivação e é feita em duas

fases, chamadas de reação primária e reação cortical. Por isso sua função de liberação é diferente daquela proposta para a dopamina. A serotonina na sinapse é, entretanto, recaptada pelo neurônio pré-sináptico, de modo que a quantidade de serotonina disponível para ativar o neurônio pós-sináptico que determina o valor efetivo do risco também fica dependente do produto entre a liberação e a recaptção.

Figura 6 – Sistema de Avaliação de Riscos

3) Sistema de Aproximação e Fuga: Esse último sistema utiliza as informações sobre recompensa esperada e risco calculado para determinar a aproximação ou afastamento do ambiente gerador de necessidade. Em outras palavras, o sistema determina, portanto, a implementação ou não de qualquer ação dado os valores de riscos e benefícios. Calcula-se, então, a probabilidade de implementação (ou não) desta própria ação. Esse circuito envolve a participação do córtex medial-frontal, córtex anterior do cíngulo e núcleos da base. Esse sistema é também chamado de Sistema de Busca da Novidade, pois quando ativado desencadeia um comportamento exploratório em busca de informações sobre condições adequadas para suporte da vida e informações para evitar danos.

Figura 7 – Sistema de Aproximação e Fuga

A Neuroeconomia mostra que as decisões humanas estão na ponderação entre o impulso de ganho imediato ou a maximização consciente do mesmo no futuro. E, conseqüentemente, a racionalidade tem um importante papel neste sistema, pois trata cada momento de defasagem igualmente, levando em consideração o desconto do ganho esperado (via função exponencial), enquanto que a preferência impulsiva é indicativa de avaliações desproporcionais de ganhos disponíveis no curto prazo. Adicionalmente, a neuroeconomia oferece uma nova visão para o entendimento e modelagem das funções executivas no cérebro, como pode ser visto na figura abaixo.

Figura 8 – Fases do Processos de Decisão

Com relação às fases do processo de decisão (vide figura 8), especificamente no mercado financeiro (tesouraria de grandes bancos), se tem

a necessidade de negociar as ações das empresas brasileiras inseridas na BMF&Bovespa para se ter lucro (motivação).

O pregão se dá início às 9:00 da manhã, onde a figura do “*trader*” (negociador) emite ordens de compra e venda de acordo com o seu orçamento alocado no dia vis-à-vis à meta de ganho almejado pela instituição. Esse orçamento inicial é previamente estabelecido de acordo com estratégia de cada mesa e está sempre sensível às pequenas mudanças no dia-a-dia do mercado, através das chamadas “reuniões de caixa”. Esta fase é de planejamento.

Uma vez feito isso, tendo a meta e a devida estratégia a ser atingida, os “*traders*” iniciam as operações no dia, visualizando o mercado “*spot*” (denominado mercado de flutuações de curtíssimo prazo) assim como o mercado futuro (mercado de derivativos financeiros, que no caso mercado acionário, é feito pelo papel do Ibovespa futuro). Assim, inicia-se o processo de tomada de decisão através do conflito entre recompensas e riscos. Com isso, ao final da negociação, chega-se a um acordo (ação) e monitora-se a evolução desta própria ação. No fim do pregão, faz-se a avaliação desta estratégia (lucro ou prejuízo) vis-à-vis a necessidade da tesouraria.

Figura 9 – Fases de Decisão

CAPÍTULO 6 METODOLOGIA

O escopo principal da presente tese é o de mapear a atividade cerebral utilizando a técnica desenvolvida por Rocha et al (2004 e 2010) de operadores da bolsa e graduação a fim de compreender a neurodinâmica do processo de tomada de decisão em mercado de capitais.

6.1 Protocolo

6.1.1 Introdução

O objetivo deste protocolo de pesquisa é descrever o formato do experimento para o presente trabalho. Contou-se com a ajuda da empresa de recrutamento de pesquisa de Marketing, A+ Recrutamento, e também de alguns voluntários que participaram da pesquisa pela chamada junto à Liga do Mercado Financeiro da FEA-USP, além de salas de aula em universidades como FEA-USP / RP, FGV e UFScar.

Foram recrutados um total de oitenta voluntários, subdivididos igualmente em duas amostras – alunos de graduação entre o segundo e penúltimo semestres (antes da formatura), assim como profissionais do mercado financeiro que trabalhem na área de mesa de tesourarias, corretoras ou asset management, denominados também de “*traders*” ou “*brokers*”. Por critério de facilitação, este último ficou sendo chamada de grupo de “*traders*”. Além disso, o requisito era possuir ao menos um ano de experiência na área em questão.

Para tanto, foi oferecido o incentivo de R\$ 100,00 (cem reais) para os alunos de graduação, enquanto que para os *traders*, esta cifra foi de R\$ 180,00 (cento e oitenta reais), ao final de cada participação.

O experimento contou com 40 alunos de graduação e 40 “*traders*”, ambos subdivididos em 20 homens e 20 mulheres para ter uma comparação viável e fidedigna dos grupos recrutados.

Esse projeto de pesquisa foi desenvolvido em duas etapas experimentais. Na primeira delas o voluntário respondeu a dois questionários

que visam a identificar traços de personalidade (Questionário *Big Five*) e nível de motivação (Questionário *Vallerand*).

Na segunda etapa o voluntário participou de uma simulação de investimentos na Bolsa de Valores de São Paulo – BMF&Bovespa - enquanto seu eletroencefalograma (EEG) fora registrado. O tempo total da simulação durou 50 minutos, também subdivididos em 25 minutos, relacionados primeiramente a um mercado em alta (no jargão financeiro de “*bullish*”) e, em seguida, um mercado de baixa (também identificado como “*bearish*”).

O software foi elaborado em conjunto com a empresa EINA - Estudos em Inteligência Natural e Artificial LTDA. Deve-se salientar que este experimento não possuiu nenhum risco para os voluntários recrutados, conforme aprovação do comitê de ética do HC – FMUSP (protocolo 363/10, aprovado em 15/12/2010).

Assim, o propósito desse trabalho foi caracterizar padrões de atividade cerebrais associados à decisão de compra, venda ou manutenção de um conjunto ações que compõem dois portfólios experimentais (denominados **A** – mercado em **Alta** e **B** – mercado em **Baixa**), e correlacionar esses padrões de atividade cerebral com características de personalidade e motivação do investidor, para no final tecer, com a ajuda de um aparato estatístico (*Stata*), análise sobre o comportamento dos grupos.

Figura 10 – Simulação de Investimentos – Página Inicial de Atividades

Os dados foram registrados anonimamente em uma base de dados que foi utilizada apenas para efeitos dessa pesquisa, garantindo o sigilo absoluto das informações.

6.1.2 Os Questionários

6.1.2.1 Personalidade

O Modelo dos 5 (cinco) Grandes Fatores (*BIG 5* ou *Big Five*) é uma caracterização de cinco dimensões de personalidade, que são definidas a partir de uma análise fatorial das respostas a um conjunto de cinquenta questões padronizadas, como as ilustradas na figura abaixo.

Figura 11 – Questionários *Big Five*

O voluntário teve de marcar um valor entre (1) a (7) que, na opinião dele, melhor caracterize seu comportamento. Depois disso, o mesmo voluntário clicaria no botão “OK” a fim de prosseguir respondendo o restante do questionário.

Investimento - Google Chrome

localhost/encce/ynapsis/activity/render.php?time=true&render=true&block_id=1&block_free=true

Questionário Big Five
Introversão Extroversão

Roberto Ivo
ScoreTime

Escolha um valor entre o mínimo e o máximo para TODAS as opções abaixo:

Submisso	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Inflexível
Reprimido	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Espontâneo
Passivo	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Ativo
Reservado	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Expressivo
Apático	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Ativo
Indiferente	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Entusiasmado
Temeroso	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Aventureiro
Anti-Social	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	Sociável

OK

Figura 12 – Questionários *Big Five*

A somatória dos valores definidos fornece um índice para cada uma das dimensões de personalidade do modelo dos 5 (cinco) Grandes Fatores, o qual foi utilizado na nesta pesquisa para verificar a correlação entre a tomada de decisão em investimentos e as principais características de personalidade de cada participante.

6.1.2.2 Motivação

A escala de motivação de *Vallerand* tem o escopo de mensurar o grau de motivação do indivíduo na realização de tarefas ou atividades profissionais através de um conjunto de perguntas como aquelas mostradas na figura abaixo.

Figura 13 – Questionários *Vallerand*

Novamente, o voluntário marcaria um valor entre (1) a (7) que melhor se adéqua o comportamento dele (vide tabela abaixo). Em seguida, o mesmo voluntário teve de clicar no botão “OK”, continuando a responder o devido questionário.

Figura 14 – Questionários *Vallerand*

A somatória dos valores definidos forneceu, analogamente ao questionário *Big Five*, índices de motivação que foram analisados, na pesquisa, para verificar a correlação entre a tomada de decisão em investimentos e as características de motivação de cada voluntário.

6.1.3 A Simulação da Tomada de Decisão no Mercado de Ações

O voluntário se deparou no computador com a tela abaixo, discriminando um portfólio de ações pré-escolhido, com uma quantidade inicial de duzentas (200) ações a preços primeiramente divulgados pelo sistema, conforme figura:

NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,97	0,00							
ANHANGUERA	1,04	0,03	22,18	200	4.436,25		R\$	☐	☐
MARISA	1,57	0,03	33,54	200	6.707,19		R\$	☐	☐
HELBOR	0,95	0,03	21,10	200	4.219,35		R\$	☐	☐
EUCATEX	1,15	0,00	7,51	200	1.502,72		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,00	0,00	31,49	200	6.298,33		R\$	☐	☐
TIM	0,98	-0,02	8,19	200	1.638,27		R\$	☐	☐
NATURA	1,00	0,01	36,50	200	7.300,00		R\$	☐	☐
					32.102,12			<input type="button" value="OK"/>	
					0,00				
50.000,00					32.102,12				

Figura 15 – Simulação de Investimentos – Tela Inicial

Na realidade, o portfólio é composto de sete ações, cujo preço inicial está mostrado na coluna “VALOR” e a quantidade possuída é evidenciada na coluna “QTD”. A coluna “TOTAL” mostra o valor financeiro total investido em cada ação (quantidade multiplicado pelo preço), bem como o valor total de seu portfólio no final da coluna. Além disso, a coluna “IND” mostra o índice relativo de preço dessas ações em relação ao seu valor no início do ano (conforme jargão do mercado financeiro, o retorno do “*year-to-date (ou YTD)*” ou retorno até o dia de hoje) e a coluna “VAR” a variação da cotação em relação ao pregão anterior. A variável “INDICE” mostra a evolução do índice Bovespa da bolsa.

Em cada “DIA DE PREGÃO”, o voluntário teve de tomar um número decisões em cada portfólio (aproximadamente 25 minutos para ambos portfólios) que poderiam ser: - comprar (C), vender (V) ou manter o portfólio inalterado.

6.1.3.1 Vendendo uma Ação

Para vender uma ação, o voluntário determinou a quantidade (qualquer número pertencente aos naturais - $\mathbb{N}$) e o preço solicitado, marcando a opção na coluna (V), conforme mostrado na figura abaixo:

NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,96	-0,01							
ANHANGUERA	1,04	-0,01	22,01	200	4.402,39		R\$	☐	☐
MARISA	1,55	-0,02	33,17	200	6.633,07		R\$	☐	☐
HELBOR	0,94	-0,01	20,90	200	4.180,35	200	R\$ 21	☒	☐
EUCATEX	1,12	-0,02	7,36	200	1.471,47		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,00	-0,00	31,40	200	6.279,85		R\$	☐	☐
TIM	1,00	0,03	8,41	200	1.682,67		R\$	☐	☐
NATURA	0,97	-0,03	35,39	200	7.078,50		R\$	☐	☐
					31.728,30			<input type="button" value="OK"/>	
					0,00				
50.000,00					31.728,30				

Figura 16 – Simulação de Investimentos – Ordem de Venda

Depois de feita proposta, deve-se clicar no botão OK. A proposta poderá, então, pelo sistema:

1) Ser aceita, se o valor de venda proposto estiver dentro de um intervalo de preço adequado (estipulado em 5%) à evolução dos índices do mercado financeiro, conforme ilustrado na figura abaixo:

Valor R\$ 21 aceito!									
NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,97	0,00							
ANHANGUERA	1,05	0,01	22,22	200	4.444,72		R\$	☐	☐
MARISA	1,57	0,02	33,63	200	6.725,71		R\$	☐	☐
HELBOR	0,91	-0,02	20,39	0	0,00		R\$	☐	☐
EUCATEX	1,15	0,03	7,54	200	1.507,93		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,02	0,02	32,07	200	6.413,07		R\$	☐	☐
TIM	1,02	0,01	8,53	200	1.706,04		R\$	☐	☐
NATURA	0,96	-0,01	35,10	200	7.020,71		R\$	☐	☐
					27.818,20			<input type="button" value="OK"/>	
					-4.200,00				
54.200,00					32.018,20				

Figura 17 – Simulação de Investimentos – Ordem de Venda

Neste caso, o programa teve de informar sobre a aceitação da proposta e, assim, atualizará os valores totais aplicados e disponíveis para aplicação.

2) Ser recusada, se o valor proposto estiver fora de um intervalo adequado de preços (5%) definidos pela evolução dos índices no mercado:

Valor não aceito: R\$ 29.00!									
NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,96	-0,01							
ANHANGUERA	1,04	0,00	22,01	200	4.402,39		R\$	☐	☐
MARISA	1,63	0,04	34,93	200	6.985,11		R\$	☐	☐
HELBOR	0,94	-0,00	20,90	0	0,00		R\$	☐	☐
EUCATEX	1,11	0,00	7,28	200	1.455,84		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,01	-0,01	31,70	200	6.340,69		R\$	☐	☐
TIM	1,00	-0,01	8,35	200	1.670,99		R\$	☐	☐
NATURA	0,98	0,03	35,85	300	10.756,42		R\$	☐	☐
					31.611,44			<input type="button" value="OK"/>	
					-800,00				
50.800,00					32.411,44				

Figura 18 – Simulação de Investimentos – Ordem de Venda

6.1.3.2 Comprando uma Ação

Analogamente, para compra uma ação, o voluntário teve de repetir o procedimento acima; porém selecionando a opção (C), como visto abaixo:

NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,97	0,00							
ANHANGUERA	1,05	0,01	22,22	200	4.444,72		R\$	☐	☐
MARISA	1,57	0,02	33,63	200	6.725,71		R\$	☐	☐
HELBOR	0,91	-0,02	20,39	0	0,00		R\$	☐	☐
EUCATEX	1,15	0,03	7,54	200	1.507,93		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,02	0,02	32,07	200	6.413,07		R\$	☐	☐
TIM	1,02	0,01	8,53	200	1.706,04		R\$	☐	☐
NATURA	0,96	-0,01	35,10	200	7.020,71	100	R\$ 34	☐	☒
					27.818,20			<input type="button" value="OK"/>	
					-4.200,00				
54.200,00					32.018,20				

Figura 19 – Simulação de Investimentos – Ordens de Compra

Uma vez escolhida a proposta, o mesmo voluntário teve de clicar no botão “OK”. A proposta pôde então:

1) Ser aceita, se o valor de compra proposto estiver dentro de um intervalo de preço adequado (de 5%, conforme dito anteriormente) à evolução dos índices do mercado financeiro, como ilustrado na figura abaixo:

Valor R\$ 34 aceito!									
NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,97	-0,00							
ANHANGUERA	1,03	-0,01	21,93	200	4.385,46		R\$	☐	☐
MARISA	1,59	0,02	34,00	200	6.799,83		R\$	☐	☐
HELBOR	0,94	0,02	20,92	0	0,00		R\$	☐	☐
EUCATEX	1,11	-0,04	7,28	200	1.455,84		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,02	-0,00	31,95	200	6.390,74		R\$	☐	☐
TIM	1,01	-0,01	8,45	200	1.689,69		R\$	☐	☐
NATURA	0,95	-0,01	34,82	300	10.447,28		R\$	☐	☐
					31.168,84			<input type="button" value="OK"/>	
					-800,00				
50.800,00					31.968,84				

Figura 20 – Simulação de Investimentos – Ordens de Compra

Neste caso, o programa teve de informar sobre a aceitação da proposta e atualizará os valores totais aplicados e disponíveis para aplicação.

2) Ser recusada, se o valor proposto estiver fora deste intervalo de 5%, um intervalo adequado de preços definidos pela evolução dos índices no mercado:

Valor não aceito: R\$ 29!									
NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,96	-0,01							
ANHANGUERA	1,04	-0,01	22,01	200	4.402,39		R\$		
MARISA	1,55	-0,02	33,17	200	6.633,07		R\$		
HELBOR	0,94	-0,01	20,90	200	4.180,35		R\$		
EUCATEX	1,12	-0,02	7,36	200	1.471,47		R\$		
ULTRAPAR	1,00	-0,00	31,40	200	6.279,85		R\$		
TIM	1,00	0,03	8,41	200	1.682,67		R\$		
NATURA	0,97	-0,03	35,39	200	7.078,50		R\$		
					31.728,30			OK	
					0,00				
50.000,00					31.728,30				

Figura 21 – Simulação de Investimentos – Ordens de Compra

6.1.3.3 Mantendo o Portfólio

Se o voluntário decidiu por não querer comprar ou vender ações nos preços atuais (ou correntes) mostrados na coluna “VALOR”, ele simplesmente teve que acionar o botão “OK”.

NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,97	0,00							
ANHANGUERA	1,05	0,01	22,22	200	4.444,72		R\$	☐	☐
MARISA	1,57	0,02	33,63	200	6.725,71		R\$	☐	☐
HELBOR	0,91	-0,02	20,39	200	4.077,52		R\$	☐	☐
EUCATEX	1,15	0,03	7,54	200	1.507,93		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,02	0,02	32,07	200	6.413,07		R\$	☐	☐
TIM	1,02	0,01	8,53	200	1.706,04		R\$	☐	☐
NATURA	0,96	-0,01	35,10	200	7.020,71		R\$	☐	☐
					31.895,72			<input type="button" value="OK"/>	
					0,00				
50.000,00					31.895,72				

Figura 22 – Simulação de Investimentos – Ordens de Manutenção

E o programa teve, então, de atualizar a atualizar a cotações:

NOME	IND	VAR	VALOR	QTD	TOTAL	D-QTD	D-VALOR	V	C
INDICE	0,97	-0,00							
ANHANGUERA	1,03	-0,01	21,93	200	4.385,46		R\$	☐	☐
MARISA	1,59	0,02	34,00	200	6.799,83		R\$	☐	☐
HELBOR	0,94	0,02	20,92	200	4.183,89		R\$	☐	☐
EUCATEX	1,11	-0,04	7,28	200	1.455,84		R\$	☐	☐
ULTRAPAR	1,02	-0,00	31,95	200	6.390,74		R\$	☐	☐
TIM	1,01	-0,01	8,45	200	1.689,69		R\$	☐	☐
NATURA	0,95	-0,01	34,82	200	6.964,85		R\$	☐	☐
					31.870,30			<input type="button" value="OK"/>	
					0,00				
50.000,00					31.870,30				

Figura 23 – Simulação de Investimentos – Ordens de Manutenção

Observou-se, entretanto, que o voluntário teve de realizar pelo menos uma operação de venda e uma de compra em cada dia do pregão.

6.1.3.4 Estímulo: A Evolução do Mercado

Os preços de mercado evoluíram ou como mercado comprador (“*bullish market*”) ou vendedor (“*bearish market*”). O gráfico contou com a trajetória dos pregões passados e notícias “*on-line*” do momento atual, como mostrados abaixo. Eles foram, então, fornecidos para tentar identificar o tipo de mercado, no qual o voluntário se insere para negociar as ações.

Gráfico 3 –Dinâmica do Ibovespa (últimos 50 pregões)

Fonte: Rocha (2009)

A SITUAÇÃO ECONÔMICA MUNDIAL INSPIRA CUIDADOS POR PARTE DO INVESTIDOR.

O ALTO ENDIVIDAMENTO DE ALGUNS PAÍSES DO EURO PODE RESULTAR NUMA CRISE ECONÔMICA QUE SE PODERÁ ALASTRAR POR TODOS OS MERCADOS.

					0,00		OK		
					31.670,00				
18.330,00					-31.670,00				

Figura 24 – Simulação de Investimentos – Notícias de Jornais

6.1.3.5 Final do Experimento

A simulação foi terminada quando se atingiu os 25 minutos em cada portfólio ou caso o voluntário tenha atingido a seguinte tela “FIM”, conforme página abaixo:

Figura 25 – Simulação de Investimentos – Final do Experimento

6.2 A Técnica de Mapeamento Cerebral

Maioria das antigas técnicas para mapear o cérebro está baseada ou em uma medição do campo elétrico ou ainda do campo magnético, induzido pelas correntes iônicas gerados pelos neurônios envolvidos no processamento cerebral. Eles são o eletroencefalograma (ou EEG) e o magnetoencefalograma (ou MEG). A técnica mais recente para fazer este tipo de medição está amparada pela análise do campo magnético cerebral, através da variação dos movimentos de moléculas de água que são estimulados por uma perturbação forte e curta do campo magnético cerebral. Esta técnica pode fornecer tanto uma estática imagem da anatomia do cérebro, chamada de ressonância magnética de imagem (ou ressonância magnética), ou ainda informações sobre as modificações transitórias de fluxo de sangue para as áreas cerebrais ativadas, chamada ressonância magnética funcional (ou fMRI). Este último é usado para divulgar possíveis lesões cerebrais e o objetivo do fMRI é, portanto, identificar as áreas do cérebro que são ativadas durante um determinado processamento cerebral.

Para analisar estas perturbações anteriormente mencionadas, cientistas assim como médicos dependem de um maquinário com sensores muito sensíveis para medir os dipolos deslocados que se reverterem das suas posições originais. As experiências então precisam ser feitas em instalações especiais, em compartimentos, aonde pacientes (ou voluntários) são inseridos, evitando forte movimentação motora.

A análise estatística dos dados sobre o deslocamento dipolo fornece muitas informações espaciais precisas sobre conjuntos de neurônios ativados tanto nas áreas corticais e sub-corticais durante um determinado processamento. No entanto, porque as medições são acerca do influxo transiente do sangue, fMRI tem uma resolução temporal muito baixa. A análise estatística requer pelo menos dois segundos de amostragem de dados para fornecer informações confiáveis sobre as áreas corticais ou subcorticais ativadas.

Por outro lado, a atividade elétrica (campo elétrico variação temporal) é gravada por um conjunto de eletrodos, sendo dois deles no globo auricular. Em outras palavras, o eletroencefalograma (EEG) é uma soma ponderada das correntes elétricas (fontes 2s – dois segundos) gerados por conjuntos de neurônios que são ativados em diferentes áreas corticais (Figura 26).

Figura 26 – Posicionamento dos Eletrodos no Cérebro

Foz ET AL (2002); Rocha, A. Massad, E and Pereira Jr., F. (2004); Rocha ET AL (2005); Rocha ET AL (2010) desenvolveram uma metodologia para mapeamento da atividade cerebral registrada através do Eletroencefalograma (EEG) que permite o estudo do processo de tomada de

decisão tanto em condições simuladas como real. Essa metodologia foi utilizada com sucesso para estudo da atividade cerebral associada ao processamento da linguagem; cálculo aritmético; intencionalidade de voto; satisfação com tratamento dermatológico estético; diagnóstico em veterinária.

A análise de épocas do EEG associadas a momentos específicos da tarefa cognitiva em estudo permite caracterizar através da análise de componentes principais (*“Principal Components Analysis – PCA”*) os principais padrões de atividade cerebral subjacentes à solução da tarefa em questão. Assim, como exemplo; Rocha ET AL (2004 e 2005) foram capazes de mostrar que essa atividade difere para homens e mulheres, para adultos e crianças e para o tipo de cálculo aritmético. A análise da atividade cerebral associada à intenção do voto no plebiscito das armas Rocha ET AL (2010), estudada uma semana antes da eleição de 2005, foi diferente para os eleitores que votariam no “SIM” em relação àqueles que votariam no “NÃO”. Massad (2009) em tese de mestrado aprovada na Faculdade de Medicina na Universidade de São Paulo – FMUSP – estudou a atividade cerebral durante o processo de decisão diagnóstica em veterinária. O EEG foi registrado enquanto os voluntários liam dados de história clínica examinavam um “RX” associado a cada caso e decidiam sobre o diagnóstico. O mapeamento cerebral identificou circuitos cerebrais associados à análise visual da informação e ao controle executivo das tarefas, com um padrão de atividade semelhante para as 3 (três) fases do processo. Além, o “PCA” permitiu a identificação de dois outros padrões de atividade cerebral associados, um deles ao processo de integração dos dados clínicos e radiológicos e o outro ao processo de decisão diagnóstica.

Outra análise que pode ser utilizada para gerar mapas da atividade cerebral durante a solução de uma tarefa é a regressão linear. Nesse caso, variáveis como tempo de solução, índice de acertos/erros, avaliações de satisfação, eficácia de produtos, valência emocional, etc. (Rocha, A. Rocha, F. (2005); Arruda, M. Rocha, F. Rocha, A. (2009)) são correlacionados à atividade registrada por cada eletrodo e seus coeficientes angulares são utilizados para gerar os mapas de atividade cerebral. Rocha, F. Rocha, A. (2005) utilizaram essa técnica para estudo da atividade cerebral associada à escolha de compra de produtos com distintos graus de adversidade, e mostraram que a valência emocional associada a cada produto se correlaciona positivamente com a

atividade cerebral registradas por eletrodos frontais e parietais. Esses autores mostraram que a avaliação de satisfação com um tratamento dermatológico estético está correlacionada com atividade de circuitos neurais que avaliam beleza tanto no contexto pessoal quanto no social.

6.3 O Registro do EEG

No caso do presente trabalho, foi utilizado um programa que faz leitura das ondas cerebrais denominado de *Icelera*, cuja amplitude das ondas no EEG fica em 100 μ V, enquanto que a impedância ficou a 10 kOhm, com passa baixa (*low-pass*) filtro a 50 Hz e frequência de amostragem de 256 Hz, com 10 bits de resolução. A grande vantagem desta técnica é o fato de ser portátil e não-invasiva, simulando uma simulação “quase” real dos experimentos, sem a necessidade de se dirigir a um laboratório específico ou hospital.

6.3.1 A Entropia

Dois computadores ligados em rede foram utilizados para registro do EEG (eletroencefalograma) enquanto o indivíduo realizava uma atividade cognitiva específica, que, no caso, era a simulação do pregão. A solução e o tempo (RT) necessário para tomar a decisão tomada foi devidamente registrados para análise posterior. O software ligado ao programa do *Icelera* permitiu que diferentes atividades cognitivas fossem previamente programadas dentro de um protocolo de pesquisa, conforme descrito previamente.

Assim, a decisão tomada (DEC) do indivíduo e o tempo (RT) necessário que levou a essa decisão foram registrados para cada evento (EVE). Cada decisão, referente a todos os voluntários (VOL), foram armazenados na base de dados de performance (PDB). Outros dados sócio-econômicos importantes (como sexo, idade, experiência profissional, cargo) para cada protocolo de pesquisa também foram registrados nesta PDB.

Os coeficientes de correlação - $r_{i,j}$ - para a atividade registrada de cada eletrodo (e_i) em relação aos outros 19 eletrodos (e_j) foram também calculados para cada evento (EVE) de uma atividade cognitiva (COG) realizada pelos voluntários (VOL).

A entropia - $h(r_i)$ - das 19 correlações, $r_{i,j}$, calculadas para cada eletrodo e_i , e associada a cada evento (EVE) de uma dada atividade cognitiva (COG) realizada pelos voluntários (VOL) teve como base as seguintes formulas discriminadas abaixo:

$$h(r_{i,j}) = -r_{i,j} \log_2 r_{i,j} - (1 - r_{i,j}) \log_2 (1 - r_{i,j}) \quad (1)$$

$$h(\tilde{r}_i) = -\tilde{r}_i \log_2 \tilde{r}_i - (1 - \tilde{r}_i) \log_2 (1 - \tilde{r}_i) \text{ onde } \tilde{r}_i = \sum_{j=1}^{20} r_{i,j} / 20 \quad (2)$$

$$h(r_{i,j}) = \sum_{j=1}^{20} h(r_{i,j}) - h(\tilde{r}_i) \quad (3)$$

A fórmula acima – vide Rocha (2009) – reflete a entropia de *Shannon*, a qual quantifica o valor esperado da informação contida em uma mensagem. A entropia é normalmente medida em bits ou proibições. A entropia de *Shannon* é, então, a imprevisibilidade da média em uma variável aleatória, equivalente ao seu conteúdo de informação. Ela fornece um limite absoluto sobre a melhor possível codificação, sem perdas ou compressão de qualquer comunicação, assumindo que a comunicação pode ser representada como uma seqüência de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas.

Dessa forma, considerando uma variável aleatória “x” com “n” resultados, dado por $\{x_i, \dots, x_n\}$, a entropia de *Shannon*, uma medida de incerteza (vide abaixo) e indicado por “h(x)”, é definido como:

$$h(x) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_b p(x_i)$$

onde $p(x_i)$ é a função de massa de probabilidade de resultado x_i .

Para entender o significado da equação acima, primeiro deve-se considerar um conjunto de “n” resultados possíveis (eventos) $\{x_i, \dots, x_n\}$, com igual probabilidade $p(x_i) = 1 / n$. A incerteza deste conjunto de “n” resultados passa a ser definida por:

$$u = \log_b n$$

Assim, para concretizar, considera-se o caso em que a base do logaritmo é igual a dois (2).

Intuitivamente, se há duas fontes independentes de incerteza, a incerteza global deve ser a soma das incertezas individuais. O logaritmo capta essa característica da aditividade frente às incertezas independentes. Ou seja,

$$u = \log_b(nm) = \log_b(n) + \log_b(m)$$

Uma vez que a probabilidade de cada evento é $1/n$, pode-se escrever:

$$\log_b\left(\frac{1}{p(x_i)}\right) = -\log_b p(x_i) = -\log_b\left(\frac{1}{n}\right), \forall i \in \{1, \dots, n\}$$

No caso de uma função de densidade de probabilidade não uniforme (ou densidade no caso de variáveis aleatórias contínuas), tem-se que:

$$u_i := -\log_b p(x_i)$$

O qual é também chamado de surpresa, já que para a menor a probabilidade $p(x_i)$, quando $p(x_i) \rightarrow 0$, tem-se maior a incerteza ou a surpresa, isto é, quando $x_i \rightarrow \infty$, para o resultado x_i .

A incerteza média, sendo que o operador médio, passa ser obtido pela fórmula abaixo:

$$\langle u \rangle = \sum_{i=1}^n p(x_i) u_i = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_b p(x_i)$$

E é utilizado como a definição da entropia $h(x)$. No caso em que b igual a dois (2), a equação mede o número esperado de bits que precisamos especificar o resultado de um experimento aleatório.

6.3.2 A Análise Fatorial

A análise fatorial da base de dados de entropia é então utilizada para a construção de mapeamentos fatoriais (FMs), os quais mostram como a entropia de todos os eletrodos – $h(r_i)$ – covariam em uma dada tarefa cognitiva.

Em outras palavras, a análise fatorial é um método estatístico utilizado para descrever a variabilidade entre as observações, ou seja, se as variáveis são correlacionadas em termos de um número potencialmente menor das variáveis não observáveis, chamadas fatores.

As variáveis observadas são modeladas como combinações lineares dos potenciais fatores, além de termo "errático". A informação obtida sobre as interdependências entre variáveis observadas pode ser usada mais tarde para reduzir o conjunto de variáveis em um conjunto de dados. A análise fatorial teve origem na psicometria.

Adicionalmente, a análise de fatores está relacionada à análise de componentes principais (PCA), mas os dois não são idênticos. Os modelos de variáveis latentes, incluindo análise fatorial, podem ser utilizados como uma técnica de modelagem de regressão para testar uma determinada hipótese, enquanto o PCA é uma técnica estatística descritiva.

Suponha que exista um conjunto de “p” variáveis aleatórias observáveis, $x_1, \dots, x_p$, com média $\mu_1, \dots, \mu_p$. E ainda suponha que para algumas constantes desconhecidas l_{ij} e k variáveis aleatórias não observadas F_j , onde $i \in 1, \dots, p$ e $j \in 1, \dots, k$, onde $k < p$, tem-se:

$$x_i - \mu_i = l_{i1}F_1 + \dots + l_{ik}F_k + \varepsilon_i$$

Aqui, o ε_i são distribuídos independentemente termos de erro com média zero e variância finita, que pode não ser a mesma para todos os i . Então, sendo $Var(\varepsilon_i) = \varphi_i$, para que se tenha:

$$Cov(\varepsilon) = diag(\varphi_1, \dots, \varphi_p) = \Psi \text{ e } E(\varepsilon) = 0$$

Em termos de matricial, o resultado pode ser dado por:

$$x - \mu = LF + \varepsilon$$

Com “n” observações, então as matrizes devem ter as dimensões $x_{p \times n}$, $L_{p \times k}$. Cada coluna de x e F indicam valores para uma observação particular, se impondo as seguintes premissas em F :

- (1) F e ε são independentes;
- (2) $E(F) = 0$;
- (3) $Cov(F) = I$;

Qualquer solução do conjunto de equações descritas acima, seguindo as restrições para F é definida como os fatores, e L como a matriz de carga (“loading matrix”).

Supondo ainda que $Cov(x - \mu) = \Sigma$. Em seguida, note que a partir das condições impostas apenas em F , tem-se:

$$Cov(x - \mu) = Cov(LF + \varepsilon),$$

ou

$$\Sigma = LCov(F)L' + Cov(\varepsilon),$$

Ou ainda

$$\Sigma = LL' + \Psi,$$

Observe que, para qualquer matriz ortogonal Q se estabelece $L = LQ$ e $F = Q'F$. Os critérios para fatores e cargas fatoriais se mantêm. Assim, um conjunto de fatores e cargas fatoriais idênticos quando há uma transformação ortogonal, no caso QR .

Considerando que “F” são os fatores referentes aos vinte eletrodos relacionados às entropias das atividades cerebrais e que cada eletrodo é ortogonal entre si, pode-se dizer que a dimensão das entropias foram reduzidas e, além disso, os três primeiros fatores explicam mais de 55% da covariância de $h(r_i)$.

É importante salientar que os fatores utilizados no mapeamento cerebral são também estatisticamente significativos e devem refletir um grau de explicação de variância acima de 55%.

Assim sendo, analisar-se-á todas as decisões de todos os voluntários para extrair a dinâmica cerebral em cada conflito de riscos e benefícios, dado um evento previamente escolhido.

Figura 27 – Mapeamento Fatorial do Cérebro – Proxy dos Resultados

O PCA identifica, em geral, três padrões diferentes de atividade cerebral (conforme visto na figura acima) que explica, em geral, boa covariância de “ $h(x)$ ” e também pode ser associada com três tipos diferentes de circuitos neurais a fim de se tornar uma determinada decisão (Rocha ET AL (2010), Rocha (2013)):

- (A) O padrão P1 é proposto para revelar a atividade dos circuitos neurais inscritos para reconhecendo das soluções de problemas possíveis e

também eles avaliam seus respectivos riscos associados, além é claro, dos benefícios envolvidos nesta tomada de decisão;

- (B) Já o padrão P3 é proposto para revelar a atividade de circuitos neurais responsável pelo cálculo e adequação da ação, justiça e vontade de levar em consideração os resultados calculados por redes neurais P1;
- (C) Padrão P2 é proposto para revelar a atividade dos sistemas neurais executivos e cobrar a fim de desencadear todo o processo de tomada de decisão. Com isso, se seleciona a ação a ser implementada levando em consideração informações fornecidas por P1 e P3 neural redes.

6.3.3 As Regressões: Modelo Linear Geral – Efeitos Fixo, Aleatório e Arellano - Bond

O modelo linear generalizado (também chamado de “*general least square*” ou GLS) reflete o fato de que as entropias relacionadas às atividades cerebrais e o resultado da simulação são uma combinação linear. Ademais, o processo de geração de dados é um painel de corte transversal com uma série histórica das simulações, condicionado temporalmente a 50 minutos (25 minutos para cada tipo de mercado) para cada voluntário.

Além da facilidade de calcular os feitos marginais de cada experimento, a GLS assume algumas propriedades importantes para as variáveis observadas, sendo elas:

- (1) Rank total: Também denominada de condição de identificação, há a hipótese de que não existe uma relação exatamente linear entre as variáveis dependentes e independentes;
- (2) A esperança condicional entre as variáveis dependentes e o termo errático é zero (são ortogonais);
- (3) A matriz de variância-covariância dos erros (dado as variáveis independentes) é homocedástica;
- (4) Os erros são normais e identicamente distribuídos (seguem uma distribuição gaussiana).

Assim, o modelo geral proposto fica:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + \varepsilon_{it}$$

Onde “ i ” são os voluntários e “ t ” se refere ao número de decisões no decorrer do tempo.

Além disso, será utilizado os efeitos randômicos com relação α_i , uma vez que há a hipótese de serem independente e identicamente distribuídos - (μ, σ^2) -, não correlacionados com x_{it} . Assim, as variáveis independentes são exógenas. Os estimadores são também consistentes, como visto abaixo:

$$\varepsilon_{it} = y_{it} - \alpha_i - x'_{it}\beta$$

$$\varepsilon_{it} = \overline{y_{it}} - \widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}\beta}$$

$$\text{Onde } \widehat{\theta}_i = 1 - \left(\frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + T_i \sigma_\alpha^2} \right)^{1/2}$$

Como se objetiva minimizar a soma dos quadrados dos erros, então:

$$S = \min \left(\sum_{i=1}^n \varepsilon_{it}^2 \right) = (\overline{y_{it}} - \widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}\beta})^2$$

$$S = \min(\varepsilon_{it}^2) = \min(\varepsilon'_{it}\varepsilon_{it}) = (\overline{y_{it}} - \widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}\beta})^2$$

Encontrando as condições primeira ordem da função S acima, em termos matriciais:

$$\frac{\delta S}{\delta \beta} = \frac{\delta}{\delta \beta} (\overline{y_{it}} - \widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}\beta})^2 = 0$$

$$2(-\widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}})(\overline{y_{it}} - \widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}\beta}) = 0$$

$$2\widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}} \overline{y_{it}} = 2\widehat{\theta}_i \overline{\widehat{\theta}_i x'_{it}} \overline{\beta}$$

$$2\overline{x'_{it}} \overline{\widehat{\theta}_i x_{it}} \widehat{\theta}_i \widehat{\beta} = 2\widehat{\theta}_i \overline{x'_{it}} \overline{y_{it}}$$

$$\beta = \left(\overline{x'_{it}} \overline{\widehat{\theta}_i x_{it}} \right)' \overline{x'_{it}} \widehat{\theta}_i \overline{y_{it}}$$

$$\beta = \left(\overline{x'_{it}}^* \overline{x_{it}}^* \right)' \overline{x'_{it}}^* \overline{y_{it}}$$

6.4 Cálculo da Amostra

Com o objetivo de se obter um grau de significância de 90% e também evitar erro do tipo-II (β), isto é, aumentar o poder de predição do modelo, se utilizará um cálculo simples, como mostrado em Cochran (1977), porém sem perda de generalidade, no design deste experimento:

$$n = \frac{\log \beta}{\log p}$$

Onde “ n ” é o tamanho da amostra e “ p ” seria uma estimativa de parte da população que não se encaixaria nas patologias de hiperatividade e déficit de atenção, cujo comportamento privilegiaria o ganho de curto prazo em detrimento do longo prazo. Rocha ET AL (2009) Tal comportamento muito comum ao “*trader*” no mercado financeiro.

Segundo alguns autores - Knipp (2006), Polanczyk ET AL (2007), Rohde ET AL (1999), Rohde, L. Halpern, R. (2004) - a população brasileira diagnosticada com TDAH, em media, gira em torno de 5%. Entretanto, de forma mais conservadora, se o valor for extrapolado para 10% da população brasileira com potencialidade de possuir problemas de TDAH, então, pela formula acima, o total de voluntários para se obter um resultado robusto seria de aproximadamente 22 pessoas.

De qualquer forma, escolheu-se recrutar uma amostra maior – 80 voluntários – para ser estatisticamente significativa e, assim, evitar problemas com a robustez dos resultados sugeridos nos capítulos seguintes.

6.5 Testes Psicométricos Aplicados

Com o objetivo de fortalecimento do experimento, ainda se fará uso de testes psicrométricos (teorias fatoriais de personalidade) para avaliar o perfil dos voluntários, como forma também de corroborar (ou não) o resultado obtido pela análise de EEG.

O modelo dos cinco grandes fatores é um modelo mais conhecidos entre as teorias fatoriais (Flores – Mendoza, C. Colon, R. (2006)), onde:

- 1) O fator I comumente chamado de “nível de socialização” (“*agreeableness*”) , compreende um domínio da personalidade envolvendo características como altruísmo, cuidado, amor, apoio emocional (em um extremo da dimensão) e hostilidade, indiferença aos outros, egoísmo, e inveja (no outro extremo);
- 2) O fator II geralmente tem sido chamado de “extroversão/introversão” (“*surgency*”) e compreende um domínio da personalidade envolvendo características como extroversão, introversão, comunicação, desembaraço, etc.;

- 3) O fator III geralmente tem sido denominado de “escrupulosidade” (“*conscientiousness*”) ou Vontade (“*will*”). Este fator agrupa traços ou características de personalidade que levam a responsabilidade, honestidade, ou, no outro extremo, negligência, irresponsabilidade;
- 4) O fator IV, comumente denominado “neuroticismo/estabilidade emocional”, compreende um domínio da personalidade envolvendo afeto positivo e negativo, ansiedade, estabilidade emocional, etc.;
- 5) O fator V, denominado “intelecto” (“*openness*”), diz respeito à percepção que a pessoa (ou os outros) tem de sua própria inteligência ou capacidade. Este fator, que também tem sido chamado de “abertura para experiência”, engloba características como flexibilidade de pensamento, fantasia e imaginação, abertura para novas experiências e interesses culturais.

Os questionários sobre os cinco fatores de personalidade já foram utilizados no Brasil com bons resultados - Hutz ET AL (1998) e Silva ET AL (2007) – e por esse motivo, decidiu-se testá-lo como ferramenta para levantamento das características de personalidade dos dois grupos de voluntários participantes deste trabalho.

O questionário de *Vallerand* – Vallerand ET AL (1992) e (1993) – já foi utilizado com sucesso no Brasil (Sobral (2003)) e por esse motivo, decidiu-se, adicionalmente ao questionário *Big 5*, testá-lo como ferramenta da análise da motivação.

Fator 1 - Introversão	
(1)	(7)
Introvertido	extrovertido
calmo	agitado
quieto	falante
inativo	ativo
timido	ousado
apático	entusiasmado
inibido	espontâneo
independente	confiante
acomodado	aventureiro
antisocial	sociável

Fator 2 - Amabilidade / Cordialidade	
(1)	(7)
frio	caloros
grosseiro	gentil
egoísta	altruísta
rude	polido
desgradável	agradável
não confiável	confiável
mesquinho	generoso
inflexível	flexível
injusto	justo
competitivo	cooperativo

Fator 4 - Estabilidade Emocional	
(1)	(7)
agressivo	calmo
tenso	relaxado
nervoso	tranquilo
invejoso	admirador
instável	estável
descontente	satisfeito
triste	alegre
inseguro	seguro
frio	emotivo
instável	estável

Fator 3 - Dedicção	
(1)	(7)
desorganizado	organizado
irresponsável	responsável
não confiável	confiável
negligente	dedicado
folgado	trabalhador
confuso	prático
perdulário	econômico
imprudente	cauteloso
frívolo	sério
descuidado	observador

Fator 5 - Intelecto	
Dar uma nota de:	(1) a (7)
Inteligência	
Capacidade de Observação	
Capacidade de Análise	
Capacidade de Reflexão	
curiosidade	
imaginação	
criatividade	
Cultura	
refinamento	
sofisticação	

Figura 28 – A Escala *Big Five* – 5 Fatores

Utilizar-se-á o inventário de Vallerand [Vallerand et al (1992, 1993)], que se mostrou adequado para uso no Brasil [Sobral (2003)].

Motivação intrínseca para conhecer – MOTINCON
2) Satisfação em aprender coisas novas
9) Pelo prazer que sinto quando descubro coisas novas
16) Pelo prazer que sinto em ampliar meu conhecimento sobre assuntos que me atraem
23) Porque meus estudos permitem que continue a aprender sobre coisas que me interessam
Motivação intrínseca para realização – MOTINREA
6) Para provar a mim mesmo que sou capaz de completar o curso
13) Pelo prazer que sinto quando supero a mim mesmo em alguma de minhas realizações pessoais
20) Pela satisfação que sinto quando estou no processo de realização de atividades acadêmicas difíceis
27) Porque a escola me permite uma satisfação pessoal na minha busca por excelência na minha formação
Motivação intrínseca para vivenciar estímulos – MOTINMV
5) Acho que a formação universitária vai me preparar melhor para a carreira que escolhi
11) Porque o trabalho é um prazer
18) Pelo prazer que tenho quando me envolvo com meus colegas
25) Pelo prazer que sinto quando trabalho com desafios interessantes
Motivação extrínseca – identificação – MOEXTID
3) Gosto de ir ao trabalho
10) Porque o trabalho me capacitará para novas oportunidades
17) Porque isso me ajudará escolher melhor minha carreira
24) Porque creio que meu trabalho aumentará minha competência
Motivação extrínseca – introjeção – INTROJEÃ
7) Pelo prazer que sinto quando supero a mim mesmo no trabalho
14) Pelo fato de me sentir importante quando sou bem sucedido no trabalho
21) Para mostrar a mim mesmo que sou uma pessoa inteligente
28) Porque quero mostrar a mim mesmo que posso ter sucesso no trabalho
Motivação extrínseca – controle externo – CONTEXT
1) Necessidade do diploma para uma profissão bem remunerada
8) A fim de obter um emprego de prestígio no futuro
15) Porque quer levar uma boa vida no futuro
22) A fim de ter um bom salário no futuro
Desmotivação – DESMOT
4) Estou perdendo tempo no trabalho
12) Já tive boas razões para isso, agora, entretanto, eu me pergunto se devo continuar
19) Não atiro porque vou ao trabalho e, francamente, não me preocupo com isso
26) Não sei, não entendo o que estou fazendo no trabalho

Figura 29 – A Escala de Vallerand

Será usado a análise fatorial como método para avaliar a consistência das respostas aos questionários descritos acima. O coeficiente de Cronbach também será tomado como base para avaliar a coerência da análise fatorial. Adicionalmente, a análise de regressão linear também será calculada para estudar a influência dos itens de personalidade e motivação sobre os valores encontrados na simulação do pregão da BMF&Bovespa.

Em suma, propõe-se validar os questionários acima, utilizando-se os dois grupos de pesquisas – 40 alunos de graduação e 40 “traders” do mercado financeiro - que se voluntariarem para o estudo, relacionando-os com os dados colhidos da simulação de investimentos e ver grau de influência dos mesmos nos resultados atingidos.

CAPÍTULO 7 ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

7.1 Mapeamento Cerebral:

Conforme dito previamente, O PCA (*“principal components analysis”*) identifica, em geral, três padrões diferentes de atividade cerebral - P1, P2 e P3 - , perfazendo valores acima de 55% da covariância de $h(e_i)$ – sendo que os valores abaixo deste corte estão representados pelo valor em branco enquanto que 100% são as cores em vermelho -, aonde P1 reflete as soluções de problemas possíveis vis-à-vis seus benefícios associados, além é claro, dos riscos envolvidos nesta tomada de decisão. Já P3 concretiza a ação vislumbrada em P1 e, por fim, o padrão P2 revela os sistemas neurais executivos e desencadeia todo o processo de tomada de decisão, como um efeito de antecipação - Rocha (2013). Com isso, se seleciona a ação a ser implementada levando em consideração as informações fornecidas por P1 e P3 neural redes.

De acordo com Preuschoff ET AL (2008, pg.77): - “(...)neurons in parts of the brain respond immediately (with minimal delay) to changes in expected reward and with short delay (about 1 to 2 seconds), to risk, as measured by payoff variance”. Pode-se, dessa forma, ter como assunção de que existe uma dinâmica neuronal na hora da tomada de decisão, aonde se avalia a situação geral, para então decidir no âmbito cerebral e, por fim, fazer a ação. Retomando o trabalho de Pavlov via Fiorillo, C. Tobler, P. Schulz, W. (2003), através do estímulo condicional, logo após um determinado tempo, tem-se uma decisão.

O teste dos autores correspondeu a uma aposta, aonde foram assinaladas diferentes probabilidades (de tamanho fixo) para diferentes esguichos de suco. A variação, dessa forma, era de zero a um. O estímulo visual real que se relacionava a cada probabilidade de recompensa “p” em cada tipo de julgamento é exibido abaixo do valor numérico da probabilidade.

A figura abaixo mostra os picos de um único neurônio na área tegumentar ventral de macacos referente a cinco ensaios para os quais ocorreram tais recompensas. CS indica o tempo de o estímulo condicionado; Recompensa indica o tempo da entrega da recompensa. Deve-se notar a cada

seqüência de traços verticais sob o eixo horizontal há uma correspondência ao pico de um julgamento e que o condicionamento se torna mais forte na medida em que a probabilidade de se ter um ganho ou recompensa aumenta, especialmente no ponto aonde se tem a recompensa. Isso corrobora o fato da formação da decisão ou do julgamento ocorrer de forma *a priori*, quando se há uma incerteza maior no recebimento da recompensa e quando a descarga de dopamina aumenta.

Figura 30 – Estímulo na Área Tegmentar Ventral

Knutson ET AL (2003) também mostrou tal fato, utilizando ressonância magnética no núcleo accumbens em intervalos de 4 segundos entre o estímulo e recompensa, a qual é distinguida quando se pressiona o botão do jogo. As regiões brancas indicam (i) o período de tempo durante o qual o sujeito do experimento aprende acerca da natureza do jogo ("*ant*"), (ii) o período de tempo quando o participante é informado sobre o resultado ("*out*"). Novamente observa-se como a média do sinal aumenta significativamente no momento de expectativa de recompensa ante à apresentação do estímulo. Isto é consistente com a idéia de que neurônios dopaminérgicos disparam mais quando a

expectativa de recompensa aumenta. Do mesmo modo, a ativação aumenta de forma significativa no ponto de recompensa no tempo em que a mesma é anunciada. Este efeito de antecipação é suscitado por Rocha (2013).

Figura 31 – Estímulo Condicional e de Recompensa no NAcc

No entanto, Preuschoff ET AL (2008) também chama a atenção para o fato de que :

(...) observe a short-term response at the moment risk is realized, i.e., when the stimulus is switched off and the outcome (reward/no reward) is revealed. One would not have expected this because both rewarded and unrewarded trials are averaged over. In other words, the average prediction error should be zero. Yet VTA neurons react positively on average to the realization of the risk. It could be assumed that this is because of a fundamental asymmetry: neurons can reduce their firing rate (in response to absence of reward) only to zero; they can increase their firing rate (in response to reward delivery) to a much higher extent – at least in principle. (pg. 86 – sublinhado pelo autor).

Em outras palavras, o risco pode desencadear um tipo diferente de circuito neuronal. A autora argumenta que no contexto da tomada de decisão, a teoria que atribui um papel positivo às emoções é conhecida como marcador de hipótese somática (Bechara, A. Damasio, A. (2005)). Pesquisas recentes sugerem que a tomada de decisão se dá na ativação da amígdala, ínsula e córtex orbitofrontal, desempenhando um papel crucial no contexto emocional.

Entretanto, riscos financeiros são muito recentes para terem impacto no cérebro humano. Enquanto o cérebro pode ter sido otimizado para avaliar os

riscos ambientais, estes últimos conhecidos por ser muito diferente de riscos financeiros. Por exemplo, os riscos ambientais normalmente não apresentam uma distribuição leptocúrtica e independência que são geralmente encontrados em dados financeiros. Os erros, quando são obrigados a surgir para avaliar riscos financeiros, o cérebro acaba invocando processos que se destinam a avaliar riscos ambientais. Assim, deve-se ter como assunção que as áreas do cérebro, na hora de avaliar os riscos financeiros, são diferentes daqueles encontrados na hora de se avaliar uma recompensa, ou expectativa de recompensa. (Preuschoff ET AL (2008)).

No caso deste trabalho, salienta-se o resultado com a compra, venda ou manutenção da estratégia de investimento (depois de estímulos visuais como gráfico e notícias de jornal para nortear as respectivas decisões) só foi revelado ao final de cada jogada (seja ele positivo ou negativo). O objetivo final de cada voluntário era o de se maximizar os respectivos portfólios.

Lembrando que no presente experimento, a amostra foi dividida em entre 40 alunos de graduação e 40 profissionais do mercado financeiro, subdivididos em 20 homens e 20 mulheres em cada situação. O balanceamento da amostra foi em 16 tomadas de decisões em cada tipo de mercado - este separado em mercado de alta e baixa - para a primeira amostra (graduação) enquanto que a segunda ("*traders*") ficou em 22 tomadas de decisões.

Os resultados da análise fatorial foram apresentados abaixo dos mapas cerebrais, com os respectivos fatores sendo apresentados em ordem de magnitude (em parênteses), com o sinal ">", ao nível de significância acima de 55%.

7.1.1 Alunos de Graduação – Mercado em Alta

O mapeamento cerebral da simulação dos investimentos sugeriu a ativação de área corticais frontal, pré-frontal e central (circuito anterior bilateral frontal e central formado pelo $Fp2 > F7 > Fz > Fp1 > F4 > F8 > Cz > C4 > C3 > F3$) no primeiro padrão aliado ao circuito temporal – parietal direito e occipital direito, ou seja, $T4 > T3 > P4 > O2$ - em P3. O resultado vai de acordo com a teoria proposta por Goldman-Rakic, P. (1988) assim como Cohen, D. Muller, R. (2001), aonde é uma região responsável pelo controle comportamental

(representa a memória de curto prazo), aonde se analisa o cenário desenvolvido pela simulação, imposta aos voluntários e, dessa forma, eles necessitam se familiarizar com o “*task*” proposto, isto é, maximizar o ganho de seus respectivos portfólios.

Neste caso, a decisão final (P2) ficou por conta do circuito occipital-temporal parietal esquerdo - T5 > Pz > P3 > Oz > T6 > O1 -, participantes do sistema mesolímbico serotoninérgico (5-HT). Sabe-se que EEG só analisa regiões corticais; no entanto, o circuito da região occipital ativado sugere que os voluntários não só tiveram que regular o humor inerente às suas respectivas personalidades, como também avaliar e absorver o humor do mercado de alta estimulado na simulação; evidenciando alguma forma de aprendizado à aversão ao risco inerente em seus respectivos processos de tomada de decisão.

Retomando alguns aspectos da neurobiologia das emoções, os alunos de graduação se pautaram muito mais no controle emocional (o chamado sistema 2) em suas jogadas quando se analisa o primeiro padrão (P1), com o domínio do hemisfério direito, alertando para um lado negativo (ou seja, de aversão). No entanto, o segundo padrão (P2), sinalizou o acionamento de uma outra área diferente daquela encontrada no controle emocional, com dominância do lado esquerdo do cérebro, o qual suscita geralmente emoções positivas. Isso significa que uma vez os voluntários entenderam a simulação, eles se tornaram mais confiantes na expectativa de ganho de suas respectivas jogadas.

Já o terceiro padrão (P3), com menor intensidade, ficou no lado negativo do hemisfério, retomando a ativação do circuito occipital-temporal e parietal, também relacionado ao controle cognitivo. Uma vez feito a jogada e recebido o resultado da mesma (ou seja, se houve um ganho ou perda junto ao portfólio), tende-se a processar novamente a emoção – positiva ou negativa - e, é claro, voltar ao momento inicial de controle cognitivo. Essa dinâmica foi vista independente do tipo de operação praticada pelos voluntários, gerando um resultado intrigante. Em outras palavras, os voluntários mantiveram a mesma estratégia do início ao fim do jogo, ou seja, em um mercado do tipo “*bullish*” (em alta), com alto esforço de entendimento e atenção com relação à simulação dos investimentos. Conforme será explicado posteriormente, tal

resultado reflete possivelmente a heterogeneidade dos participantes, já que não foram expostos a este tipo de simulação financeira anteriormente, pois são alunos de diversos cursos de graduação, em distintas áreas científicas – humanas, exatas e biológicas.

Esse resultado também é encontrado em Rocha (2013), que, aliás, vai além e propõe que os padrões P1 e P2 estão associados ao monitoramento e expectativa dos preços das ações no futuro, enquanto que o reconhecimento dos preços atuais é dado pelo terceiro padrão (P3). Isso decorre deste mercado ser previsível (sempre em alta), segundo o autor, o que pode suscitar o chamado de “*reasoning based rule*”, através, por exemplo, da estratégia mental de comprar na baixa e vender na alta.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

Figura 32 – Mapeamento Fatorial – Grupo Graduação

Realmente, comparando com o orçamento inicial de R\$ 50.000,00 dados aos voluntários, somente uma única pessoa conseguiu ultrapassar esta cifra em seu portfólio. Não obstante a isso, todos os voluntários compraram o

portfólio no valor de R\$ 32.102,12, somente 57,5% conseguirem superar este valor na 16ª jogada (ou decisão). Quando se compara com a média do grupo, 23 voluntários (dado que amostra possui 40 participantes) ficaram abaixo do rendimento geral, conforme visto no gráfico abaixo.

Gráfico 4 – Valores Finais do Portfólio – Mercado em Alta - Graduação

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Esses dados demonstram uma situação não só de aprendizado com a simulação dos investimentos em mercado financeiro, mas pode-se também ter como assunção resultados considerados conservadores, dado que os valores ficaram esquivados à esquerda da média do grupo de voluntários, apesar do relativo baixo desvio padrão - perfazendo o valor de R\$ 8.373,25 17. Isso se verifica pelo histograma abaixo:

Gráfico 5 – Histograma – Valor Portfólio – Mercado em Alta - Graduação

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O fato de do grupo de graduação ter um perfil heterogêneo (vide gráfico abaixo), ou seja, formado por alunos de diversas áreas do conhecimento e que no caso de alguns (65% do grupo), nunca tiveram a oportunidade de estudar uma matéria de finanças, pois não faz parte de suas respectivas grades de graduação; vale dizer que a simulação causou um grau de desconforto dentre os participantes frente a algo desconhecido. E talvez por isso a decisão ter se dado numa área diferente do cérebro.

Gráfico 6 – Alunos de Graduação – Áreas de Estudos

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

É interessante notar que a maior atividade se dá junto ao processo de ordem de venda das ações (vide figura abaixo), destacando a região direita do córtex anterior pré- frontal, frontal e central ($F7 > Fp2 > Fz > F4 > Fp1 > C3 > F8 > Cz > C4 > F3$). Houve também ativação do lobo temporal, occipital e parietal (assim como frontal) - $T4 > P4 > T3 > O2 > F3$ –, porém mostrando uma atividade cerebral um pouco mais reduzida para o terceiro padrão, sugerindo um melhor conforto em lidar com reconhecimento dos preços no mercado de alta. Todavia, vale ressaltar que a decisão final se dá predominantemente no lado esquerdo do circuito occipital - temporal – parietal - $T5 > P3 > Oz > Pz > T6 > O1$.

No momento dos participantes venderem as ações na simulação de investimento, houve ativação do chamado sistema 2, frente ao padrão 1, com o domínio do hemisfério direito, gerando uma sensação de aversão (negativa). O segundo padrão (P2) diferiu do anterior, ou seja, daquela encontrada no

controle emocional, com dominância do lado esquerdo do cérebro, gerando possíveis emoções positivas. Isso significa mais uma vez que os voluntários entenderam a simulação, eles se tornaram mais confiantes na expectativa de ganho de suas respectivas jogadas.

No descobrimento do resultado, dado pelo terceiro padrão (P3), houve de novo uma redução de intensidade cerebral, ficando, sobretudo, no lado negativo do hemisfério cerebral, retomando a ativação do circuito occipital – temporal frontal, também relacionado ao controle cognitivo.

Os dados mostram inclusive que o valor do portfólio de venda são inferiores aos de compra, isto é, um perfaz a média de R\$ 31.346,25 enquanto que o outro fica ao redor de R\$ 34.553,82. É interessante notar no histograma das ordens de venda que os valores de portfólio naquele momento ficaram menores do que o inicial, o que indica que os voluntários resolveram se posicionar contra o mercado, ou seja, não esperavam uma valorização das ações que estavam “encarteiradas” ainda maior, e se surpreenderam com um resultado menor do que as expectativas.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

Figura 33 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta
Ordens de Venda – Grupo Graduação

Gráfico 7 – Histograma – Valor Portfólio – Graduação
Mercado em Alta – Ordens de Venda

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	0.72	6.31	130.74
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

No que se refere às ordens de compra (vide figura abaixo), se nota uma atividade concentrada no córtex frontal e pré-frontal bilateral no primeiro padrão – dado por $Fp2 > Fp1 > F7 > Fz > F4 > F8 > Cz > C4 > C3 > F3$ -, mostrando também um terceiro padrão com ativação do circuito temporal e parietal - $T3 > T4 > P4 > O2$. Mas, novamente a decisão é tomada no circuito occipital - temporal – parietal ($T5 > Pz > Oz > P3 > T6 > O1 > O2$); contudo, com uma intensidade na ativação menor do que a ordem de venda. Isso pode indicar um aprendizado mais rápido na hora de comprar ações do que na hora de vendê-las. Com um mercado de alta, em geral saber o momento aonde se deve vender , ou melhor, até que ponto determinada ação vai deixar de aumentar seus ganhos, é mais incerto do que o momento de comprar e manter uma ação para expectativa de ganhos futuros.

Se vê no padrão 1 (P1) também o chamado sistema 2, com o hemisfério direito, alertando para uma sensação negativa (de aversão). O segundo padrão (P2) novamente se distancia do anterior na medida em que há outras regiões do cérebro não relacionadas à emoção sendo acionadas, com dominância do lado esquerdo, gerando possíveis emoções positivas. Isso pode significar que os voluntários se familiarizaram com jogo, porém no momento se saber se as jogadas deram o resultado esperado, via terceiro padrão (P3), os voluntários voltaram a se respaldar no controle de suas emoções (dada uma menor intensidade cerebral), com o lado negativo indicando algum tipo de dissonância cognitiva.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

Figura 34 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta
Ordens de Compra – Grupo Graduação

Isso também pode decorrer do fato das ordens de compra terem sido recusadas com mais frequência (em comparação com as ordens aceitas), como pode ser verificado na tabela abaixo. Além disso, há um número de posições maior de compra do que venda, especialmente acima da média do valor inicial do portfólio.

Tabela 2 – No de Ordens (Compra / Venda) versus
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Alta

# Ordens	COMPRA	VENDA
ACEITO	219	156
RECUSADO	120	82

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

**Gráfico 8 – Histograma - Graduação –
Mercado de Alta - Ordens de Compra**

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	0.86	4.56	77.81
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Mesmo àquelas ações mantidas em carteiras, o mapa cerebral mostrou-se coerente com àqueles analisados acima, ou seja, houve a predominância do mesmo padrão de circuitos neuronais, mesmo apresentando dois padrões. Ora, a decisão de manutenção em um mercado de alta, a princípio, não requer a utilização de tantas regiões cerebrais, já que a expectativa de ganho já está formada, conforme o padrão P2 que se dá na área occipital - parietal. Sugere-se inclusive uma forma de mitigar o risco.

Mesmo nestas execuções de manutenção das ações, se verifica a mesma dinâmica cerebral e emocional; isto é, o padrão 1 está ligado ao sistema 2, com o hemisfério direito, indicando uma sensação negativa (de aversão). O segundo padrão (P2) não se relaciona com o primeiro, com dominância, desta vez, do lado direito, gerando realmente algum tipo de incerteza ou insegurança, dado o lado negativo deste hemisfério. O terceiro padrão (P3) é não existente para este caso.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 35 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –
Ordens de Manutenção – Grupo Graduação**

De forma geral, nota-se uma regularidade nos circuitos cerebrais dos voluntários para este tipo de mercado (“*bullish*”), isto é, manteve-se as áreas de ativação quando diferentes operações de trading foram executadas, implicando em uma mudança pouco significativa do ponto de vista neurocientífico. Esse resultado vai de encontro com Rocha (2013), que também desvenda uma igualdade de padrões em diferentes tipos de ordem de execução para experimentos com voluntários portugueses.

7.1.2 Alunos de Graduação – Mercado em Baixa

Quando os voluntários são expostos ao mercado em baixa, o mapeamento cerebral da simulação sugeriu a ativação das áreas corticais frontal, pré-frontal e central no primeiro padrão, dados por $Fp2 > Fz > F7 > F4 > Fp1 > Cz > F8 > C3 > C4 > F3$, aliado ao circuito temporal – parietal direito e occipital direito em P3 ($P4 > T4 > T3 > O2$). Porém, como decisão, o grupo de voluntários desencadeou novamente uma outra região; isto é: - $Pz > P3 > T5 > Oz > T6 > O1$.

O fato acima corrobora o padrão 1 (P1) ser dominado pelo sistema 2, com o hemisfério direito, suscitando novamente uma sensação de aversão (negativa). O segundo padrão (P2) volta a se distanciar das áreas acionadas no padrão 1, com dominância do lado esquerdo, gerando possível situação de conforto ou segurança. Já o terceiro padrão (P3) volta a ser calcado no controle cognitivo (com menor intensidade cerebral) e o lado negativo do hemisfério direito dominando uma situação de desconforto, na medida em que os resultados são revelados e os novos dados para as novas jogadas aparecem.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

Figura 36 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa – Grupo Graduação

No entanto, a intensidade foi menor do que vista na primeira fase do experimento. Isso sugere uma ligeira curva de aprendizado do protocolo de pesquisa feito pelos voluntários, na medida em que houve uma provável maior confiança (23 versus 17 voluntários ganharam acima da média de R\$ 41.166,69). Isso pode, inclusive, ser corroborado pelo número de perdas maior do que na primeira fase da simulação, conforme evidenciado na tabela abaixo (ou seja, houve maior ousadia). Realmente, olhando o histograma desta simulação, houve uma concentração de jogadas acima da média (R\$ 41.166,69), com valores mais altos do que no mercado de alta. A cauda ligeiramente mais “grossa” (vide gráfico Q-Q) e com formato mais leptocúrtico denota também uma concentração na distribuição.

**Tabela 3 – No de Ordens (Compra / Venda) versus
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Baixa**

# Ordens	1ª Fase	2ª Fase
<i>Ganhos</i>	638	633
<i>Perdas</i>	2	7

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Gráfico 9 – Valores Finais do Portfólio – Mercado em Baixa - Graduação

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Gráfico 10 – Histograma e Q-Q Plot - Graduação – Mercado em Baixa

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Seguindo a mesma dinâmica do mercado em alta, as ordens de venda mostravam novamente forte ativação da região direita do córtex frontal, pré-frontal e também central - $Fp2 > Fz > F4 > Fp1 > F7 > Cz > F8 > C3 > C4 > F3$.

No caso do padrão 3, há uma concentração nas áreas temporal –parietal, ou seja, $P4 > T4 > O2 > T3$. Contudo, a decisão (P2) se dá no lado esquerdo do circuito orbital – temporal e parietal - $P3 > Pz > T5 > Oz > O1 > T6$, ou seja, uma região diferente das acionadas anteriormente.

Mesmo em um mercado de baixa, ou “*bearish*”, a mesma dinâmica cerebral é vista, já que o padrão 1 passa a ser dominado pelo sistema 2, com o hemisfério direito suscitando novamente uma sensação de aversão. O segundo padrão (P2) volta a se distanciar das áreas acionadas no padrão 1 (porém nota-se uma menor intensidade cerebral), com dominância do lado esquerdo, gerando possível situação de conforto ou segurança. Quando se trata do terceiro padrão (P3), o controle cognitivo e o lado negativo do hemisfério direito determina uma situação desagradável, na medida em que os resultados verdadeiros ou atuais são revelados e deve-se preparar para as novas jogadas.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 37 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –
Ordens de Venda – Grupo Graduação**

A quantidade de venda de ações obteve resultados mais robustos, com maior frequência, o que indica a manutenção das estratégias dos voluntários vista no mercado em alta, e já um aprendizado neste tipo de simulação. Isso inclusive é corroborado pela média do tempo de decisão, que caiu de quase 61 segundos no mercado em alta para 47 segundo no mercado em baixa.

**Gráfico 11 – Histograma - Graduação –
Mercado em Baixa - Ordens de Venda**

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	(1.35)	6.72	276.36
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Analogamente, nas ordens de compra se nota uma atividade bilateral concentrada no córtex frontal e pré-frontal bilateral - $F7 > Fz > Fp2 > Cz > C3 > F4 > F8 > Fp1 > C4 > F3$ - em P1 enquanto que P3 repete a ativação do circuito temporal – parietal e occipital - $T3 > P4 > T4 > O2$. A decisão, contudo, é tomada no circuito orbito temporal e parietal – $Pz > T5 > P3 > Oz > T6 > O1$, com uma intensidade na ativação ligeiramente menor do que a ordem de venda (0.78 versus 0.7816, calculando a média dos fatores).

Mesmo com as ordens de compra, verifica-se a mesma tendência de emoção negativa no hemisfério direito, quando o padrão 1 (P1) passa a ser dominado pelo sistema 2. Em contrapartida, o segundo padrão (P2) aciona as áreas não correlacionadas com o controle cognitivo, com dominância do lado esquerdo, gerando possível situação de conforto ou segurança com determinadas jogadas. Entretanto, o terceiro padrão (P3) se assemelha com

P1, uma vez que o controle cognitivo e o lado negativo do hemisfério direito determina uma situação de desconforto.

Quando se afunila o tempo de decisão somente para ordens de compra, a média cai em 1 segundo, perfazendo 46 segundos na escolha da decisão dentre os participantes.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 38 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –
Ordens de Compra – Grupo Graduação**

Isso pode decorrer em virtude das ordens de compra terem sido aceitas com menos frequência do que as ordens de venda, conforme é mostrado na tabela abaixo. Vale lembrar que o efeito, ou melhor, a reação com relação aos dados negativos, em finanças comportamentais (diga-se a função de valor assimétrico de Kahneman (1974)), é maior do que comparado com os dados positivos. Ademais, ressalta-se uma concentração maior das ordens de compra ao redor da média, se comparado com as ordens de venda.

**Tabela 4 – No de Ordens (Compra / Venda) versus
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Baixa**

# Ordens	COMPRA	VENDA
ACEITAS	198	235
RECUSADAS	78	77

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

**Gráfico 12 – Histograma - Graduação –
Mercado em Baixa - Ordens de Compra**

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	4.65	60.25	38,694.74
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Quanto à estratégia de manutenção, se vê uma mudança nas atividades cerebrais dos mapas dos voluntários, na medida em que houve três padrões, diferente do mercado de alta, quando se verificou dois apenas. No primeiro, houve o acionamento das áreas anterior frontal e pré-frontal bilateral do cérebro, denotada por $F7 > F4 > Fz > Fp2 > Cz > Fp1 > C4 > F8 > C3 > F3$; enquanto em P3 houve a ativação da região bilateral temporal e também da região occipital e parietal - $O2 > P4 > T4 > T3$. A decisão, entretanto, se concentrou na região esquerda do circuito occipital – temporal e córtex parietal, evidenciado por $P3 > Oz > O1 > T5 > Pz > T6$.

Conforme visto com as ordens de compra e venda, as ordens de manutenção seguem a dinâmica verificada anteriormente, ou seja, há emoção negativa no hemisfério direito, quando o padrão 1 passa é dominado pelo

sistema 2, o segundo padrão (P2) aciona as áreas diferentes do controle cognitivo, com o lado esquerdo gerando possível situação de segurança. Entretanto, o P3 se assemelha com P1, uma vez que o controle cognitivo e o lado negativo do hemisfério direito voltam a determinar uma situação de desagradável (dissonante).

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 39 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –
Ordens de Manutenção – Grupo Graduação**

A manutenção de ações neste tipo de mercado requer uma estratégia clara de que ação não afetará a valorização do portfólio em questão, já que a incerteza inerente a este mercado é maior em relação ao anterior.

Segundo Rocha (2013), mesmo em diferentes mercados – previsível e imprevisível -, a estratégia dos voluntários não alterou as regiões de ativação cerebral, o que levou a uma possível manutenção desta mesma estratégia, dado os diferentes tipos de ordem que foram executadas durante a simulação de investimento. Isso reforça o fato dos participantes, ao se calcarem em uma

estratégica, revelaram um tipo de regra denominada “*reasoning based rule*” já que alguns nunca foram expostos às regras do mercado financeiro. Essa heterogeneidade domina então os resultados.

7.1.3 Traders – Mercado em Alta

No caso de profissionais das mesas de negociações do mercado financeiro, lembrando que também são denominados de “*traders*” ou “operadores ou corretores (“*brokers*”) de mercado”, o primeiro padrão (P1) do mapeamento cerebral identificou as áreas occipital - temporal-parietal – Oz > T5 > O2 > P3 > Pz > P4 - e para o terceiro padrão (P3) foi, sobretudo, a área frontal - Fp2 > F8 > F4 > F3 > C4 -, apontando que a análise e monitoramento do cenário foram feitas por circuitos neuronais distintos.

A decisão final (P2) ficou por conta do sistema de recompensa, já que houve ativação da região anterior direita dos córtices frontal e pré-frontal - Fp2 > F8 > F4 > F3 > C4 -, com tentativas de investimentos mais arrojadas / agressivas, o que levou a um número de ordens de vendas de 45% (400/880 decisões), todavia, maior do que o grupo de graduação, que foi de 27% (239/640).

Diferentemente do que foi verificado junto aos alunos de graduação, o grupo de *traders* iniciam as jogadas com o lado direito do hemisfério dominando as primeiras impressões, levando a sentimento negativo (possivelmente incerteza).

No entanto, a tomada de decisão final se dá, sobretudo, na parte aonde o sistema 2 atua (controle cognitivo), ou seja, na região pré-frontal, como forma de resolução de conflito. Há também ativação do hemisfério direito, alertando para um lado negativo (ou seja, de aversão ao risco).

Ressalta-se, porém, que no terceiro padrão (P3), com menor intensidade, existe do lado esquerdo do hemisfério, culminando em uma possível emoção positiva com relação às jogadas realizadas. Existe um possível acionamento do sistema 1, relacionado à área pré-frontal ventro-medial e orbito-frontal. A revelação dos resultados foi possivelmente corroborada e também, de certa forma, estimulando um lado instintivo

(heurístico) da contabilidade mental dos participantes no mercado de alta, ou seja, de previsibilidade.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 40 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –
Grupo *Traders***

Apesar da homogeneidade do grupo, isto é, todos os voluntários trabalham na mesa ou de corretoras, ou de tesouraria ou de asset management / hedge funds independentes (ou seja, àqueles que não estão ligados ou co-ligados a nenhum banco); nota-se uma diversificação de operações, até pelo tipo de “mesa” na qual eles atuam. Isso pode ser visto nos gráficos abaixo.

Gráfico 13 – Características do Grupo *Traders*

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

O circuito frontal e pré-frontal é, de acordo com Rocha (2013), responsável pela regra do tipo “reasoning based” (regras com base na razão), assim como já verificado em estudos por Goel ET AL (2000).

Não obstante tal fato, a dispersão dos valores das carteiras do grupo “traders” foram maiores do que a graduação, como se verifica no histograma abaixo. O grupo mostrou-se com decisões mais heterogêneas, pois apesar da média ter sido ligeiramente maior do que o grupo de graduação (R\$ 31.361, 21 contra R\$ 31.346,25 dos graduandos), teve seu desvio padrão de R\$ 33.595, 42, com valores inclusive negativos. Vale também mencionar que o tempo de decisão médio deste grupo foi bem inferior ao grupo de graduação como um todo, com 49.2 segundos. Isso pode também sugerir um desconto temporal com relação à expectativa de recompensa, conforme advogado por Muller e Cohen (2001), já que a ativação do processo final decisório se deu na região do córtex frontal e pré-frontal direito.

Apesar da rapidez ser um indício do domínio do sistema 1 (viés heurístico), deve-se ressaltar que a decisão se deu no âmbito do sistema 2

(controle cognitivo), mostrando que a segurança e o controle emocional com relação às jogadas praticadas.

Gráfico 14 – Histograma e Q-Q Plot – Mercado em Alta - Grupo *Traders*

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Na análise do tipo de ordem, as ordens de compra tiveram como regiões mais acionadas os córtices frontal e pré-frontal direito em suas decisões de P2 - $Fp2 > P3 > F4 > F8 > F3$, ao contrário do reconhecimento da dinâmica de preço, que se pautaram na regiões , no caso de P1, do córtex central e frontal - $F7 > Fz > C3 > Cz > F4 > F3$. O terceiro padrão (P3) acionou os circuitos orbital – temporal, isto é, $Oz > O2 > O1 > T5$.

O processo de tomada de decisão, isto é, P2, está relacionado ao sistema 1, intuitivo, pois precisam realmente calcular as jogadas da simulação e, num mercado de alta, a compra se torna uma estratégia mais complicada, pois não se sabe se a ação atingiu (ou não) determinado pico. O terceiro padrão (P3), com pouca intensidade cerebral, aciona a parte posterior do lobo occipital. A dominância hemisférica está no lado esquerdo, suscitando emoções positivas ou se segurança referente aos resultados obtidos e como os preços atuais estão se comportando.

Diante disso, há uma clara indicação de sistemas diferentes sendo acionado no padrão 1, como se houvesse uma intuição da tendência de mercado e uma possível elaboração, do ponto de vista heurística, das estratégias a serem aplicadas. Retoma-se assim Goel et al (2000) e Goel & Dolan (2003), que encontraram tal dinâmica cerebral entre seus pacientes. Há

também um domínio do lado esquerdo do cérebro, revelando emoções positivas (ou talvez de super confiança) dentre os voluntários.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

Figura 41 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta – Ordens de Compra – Grupo Traders

Gráfico 15 – Histograma e Q-Q Plot - Grupo *Traders*
Mercado em Alta – Ordens de Compra

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	8.65	151.13	393,885.70
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Ao contrário das ordens de compra, o primeiro padrão (P1), nas ordens de venda, foi o circuito occipital – temporal e parietal – $Oz > O2 > T5 > Pz > O1 > P3 > P4$, diferente do terceiro padrão, o que se concentrou, sobretudo, na área central e frontal do córtex - $F7 > Fz > C3 > Cz > F4$. As decisões finais das ordens de venda, contudo, tiveram a região pré-frontal e central esquerdo do córtex - $Fp2 > F8 > F3 > F4$.

Apesar de ambos os resultados estarem ligados ao sistema de recompensa cerebral, há indicação de que o cálculo de compra e venda é feito em áreas diferentes do cérebro, ou seja, uma região aonde há um controle cognitivo enquanto que a outra se atarefa do controle motor.

Realmente, no caso das ordens de venda, se nota uma ativação cerebral diferente da encontrada nas ordens de compra. Há uma clara indicação do circuito occipital – temporal parietal.

O processo de tomada de decisão, isto é, P2, está relacionado ao sistema 1, de intuição ou de forma heurística, pois, mesmo em um mercado de alta, há uma incerteza quanto ao momento de venderem determinada ação, pois o custo de fazer isso pode ser alto (deixar de obter um resultado positivo). A dominância hemisférica está novamente no lado esquerdo, suscitando emoções positivas ou se segurança referente às jogadas feitas.

O terceiro padrão, já mais intenso, foi dominado pelo sistema 2, de controle cognitivo no lado direito, possivelmente analisando o que deve ter saído de errado (ou não) com as jogadas previamente executadas. Se supõe algum tipo de dissonância cognitiva em relação a este momento da simulação de investimentos.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 42 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –
Ordens de Venda – Grupo *Traders***

É também importante verificar que os ganhos no caso das execuções de venda são mais leptocúrticos do que as ordens de compra, apesar dos resultados variarem tanto no quadrante positivo quanto negativo como mostra os gráficos e a tabela abaixo.

Gráfico 16 – Histograma e Q-Q Plot - Grupo *Traders*
Mercado em Alta – Ordens de Venda

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	7.03	95.71	146,566.90
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Não obstante o número de decisões recusadas de ordens de venda forem superiores ao de compra conforme visto na tabela abaixo, o que também deve ter levado os participantes a utilizarem mais da rede neuronal com mais intensidade nas execuções de vendas do que nas compras.

Tabela 5 – No de Ordens (Compra / Venda) versus
Resultado (Aceito / Recusado) – Mercado em Alta

# Ordens	COMPRA	VENDA
ACEITAS	272	119
RECUSADAS	142	271

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

No caso das ordens para manter as ações em carteira, o que se verifica é a atuação de uma região cerebral diferente daquelas vistas nas ordens venda ou compra. Na realidade, o circuito ativado é mais similar ao visto com os alunos de graduação. No caso do primeiro, houve uma ativação do circuito frontal temporal - F4 > F8 > Fp2 > C4 > T6 > F3 - enquanto que no terceiro padrão, o mapa indicou área centro-occipital-temporal - O1 > Cz > T3 > C3.

P2, como decisão dos investimentos por parte dos participantes, ficou na região posterior occipital – temporal e parietal do córtex cerebral - T5 > O2 > P3 > P4 > Pz > Oz > T4.

É interessante perceber que as ordens de manutenção são também diferentes das anteriores, com P1 dominado pelo sistema 2, de controle cognitivo no lado direito, possivelmente analisando a situação e reconhecendo a dinâmica daqueles momentos de investimentos.

Já P2, está relacionado com área distinta de P3, pois nenhum aparato heurístico foi utilizado. O lado esquerdo também suscita uma emoção positiva, como que as ações feitas em P2 tenham dado resultados requeridos ou almejados.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 43 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Alta –
Ordens de Manutenção – Grupo *Traders***

O fato do grupo de “*traders*” já ter uma experiência não só teórica, mas também prática do mercado de trabalho, levou a um resultado primeiramente

mais diversificado via diferentes estratégias de operações, e, além disso, os valores do portfólios seguiram essa mesma tendência – ou ganharam de forma robusta, ou perderam significativamente.

O mais interessante foi o fato das ordens de compra e venda terem acionados diferentes circuitos neuronais quando comparado às ordens de manutenção, mesmo frente a um mercado previsível, conforme explicitado por Rocha (2013).

7.1.4 Traders – Mercado em Baixa

Em mercado desfavorável, lembrando que também é chamado de “*bearish*”, o grupo dos “*traders*” apresentou a ativação nas áreas temporal-parietal - occipital ($Oz > T5 > P4 > P3 > O2 > O1$) e para o terceiro padrão, sobretudo, na área temporal - $T4 > Fp1 > T3 > T6 > Cz$.

Porém, na decisão final (P2), constatou-se forte ativação da região frontal e pré-frontal direita - $fp2 > F8 > F4 > F3 > C4$ -, sugerindo uma lateralização do processo de tomada de decisão.

No mercado em baixa, muitas vezes imprevisível, se verifica uma ativação cerebral do circuito occipital – temporal e parietal no caso do primeiro padrão (P1), o que respalda o fato da ativação ocorrer em diferentes de circuitos neuronais, se comparado com outros padrões.

O segundo padrão (P2), já mais intenso, foi dominado pelo sistema 2, de controle cognitivo no lado direito, possivelmente se esforçando em aplicar a melhor estratégia para determinadas jogadas a fim de maximizar o valor de portfólio. Já P3 está relacionado ao sistema 1, das jogadas intuitivas, pois, em um mercado de baixa, a incerteza predomina e não se sabe de antemão se o resultado foi positivo ou negativo. De qualquer forma, a domínio do lado direito (emoção negativa) do cérebro indica algum tipo de dissonância. quanto às jogadas feitas.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

Figura 44 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa – Grupo *Traders*

Vale ressaltar também que o tempo de decisão referente a cada ordem no sistema de simulação também caiu de forma significativa, ficando em média de 40.7 segundos, com um desvio padrão de 15.6 segundos.

Entretanto, as perdas foram mais expressivas no mercado em baixa, de acordo com o histograma e o gráfico Q-Q. Houve treze voluntários, dentre os quarenta recrutados, que finalizaram a simulação com valores do portfólio no âmbito negativo.

Gráfico 17 – Histograma e Q-Q Plot – Mercado em Baixa - Grupo *Traders*

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Ademais, com os últimos anos de mercados em baixo em função da crise da subprime, os voluntários se sentiram mais confortáveis neste ambiente de negociação. Em outras palavras, o aprendizado levou a um número de ordens de venda no mercado de baixa de 53% (468/880 decisões) no caso de *traders* e 48% (311/640) para os graduandos, respectivamente.

Quando se quebra por tipo de ordem, isto é compra e venda, pode-se verificar que as compras são avaliadas primeiramente na região pré-frontal e central do córtex direito - $F8 > C4 > Fp2 > T6 > F4 > F3$ - e depois, no P3, na região temporal esquerda ($P3 > T5 > Oz > P4$). Mas o processo decisório ocorre na região pré-frontal e central do córtex esquerdo, ou seja, $F7 > Fz > C3 > Cz > F4 > F3$.

No que se refere às ordens de compra, se nota uma ativação cerebral do circuito anterior frontal e pré-frontal direito no caso do primeiro padrão (P1), o que se pode concluir o domínio do sistema 2, isto é, de controle cognitivo com uma emoção negativa (lado direito do cérebro). Não obstante tal fato, pode-se sugerir também que algum tipo de conflito deve ter sido resolvido.

O segundo padrão (P2), já mais intenso, foi dominado pelo sistema 1, de falta de controle cognitivo, ou seja, o lado heurístico das jogadas e no lado esquerdo, possivelmente com um sentimento positivo quanto às estratégias utilizadas.

Já em P3 se utiliza o lado motor do cérebro, no lado esquerdo (emoção positiva), levando a crer que a estratégia utilizada foi correta, mesmo num mercado imprevisível, ou mais incerto.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 45 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –
Ordens de Compra – Grupo *Traders***

Quando se analisa as ordens de compra através do histograma e o gráfico Q-Q, nota-se que os ganhos superaram as perdas, com a média dos portfólios no valor de R\$ 30.541,00.

Vale apontar também que com relação ao tempo de decisão para as execuções de compra, ela ficou abaixo da média geral (40.7 segundos), perfazendo 39.2 segundos. Houve uma confiança maior na hora de comprar ações, mesmo em um mercado “*bearish*”. Isso respalda o lado heurístico de rapidez na decisão.

Gráfico 18 – Histograma e Q-Q Plot – Grupo *Traders*
Mercado em Baixa – Ordens de Compra -

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	3.29	95.84	137,897.60
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

E para as ordens de venda, a análise do ambiente ocorre na região pré-frontal e central do córtex esquerdo ($Fz > F7 > Cz > C3 > F3 > F4$) e depois, no P3, na região occipital - temporal bilateral ($Oz > O1 > O2 > T5 > Pz$). Porém, o processo de tomada de decisão se dá na região pré-frontal, frontal e central do córtex direito - $Fp2 > F8 > C4 > F4 > F3$. Existe então uma inversão no processo cognitivo quando se avalia e toma-se uma decisão de uma venda ou compra de uma determinada posição de investimento.

Com as ordens de venda, no mercado em baixa, se verifica o sistema 1 no primeiro padrão, ou seja, analisa-se as jogadas do ponto de vista heurístico - intuitivo, pois a incerteza predomina neste mercado. O domínio do lado esquerda do cérebro mostra uma provável confiança na dinâmica de investimento (emoções positivas).

O segundo padrão (P2), já mais intenso, foi dominado pelo sistema 2, de controle cognitivo no lado direito, o qual aponta uma estratégia bem calculada, com o escopo de proteger seus respectivos portfólios quanto a alguma mudança brusca na dinâmica da simulação, já que o lado direito indica uma emoção negativa; ou ainda talvez insegurança quanto à jogada.

Agora, no terceiro padrão (P3), há uma ativação cerebral do circuito occipital – temporal parietal, salientando uma outra região sendo acionada. O

reconhecimento é positivo dado uma intensidade no lado esquerdo do cérebro dos voluntários.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 46 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –
Ordens de Compra – Grupo *Traders***

No momento de se vender as ações, identifica-se claramente que as perdas foram mais expressivas se comparada com as ordens de compra dos voluntários, de acordo com histograma e o gráfico Q-Q. A média girou em torno de menos R\$ 37.357,00, número este influenciado, sobretudo, pelos treze voluntários que terminaram o jogo no quadrante negativo.

Isso se refletiu também no tempo de decisão de venda, o qual ficou acima da média geral (40.7), em torno de 41.15. Pode-se fazer uma hipótese de que a incerteza no momento de venda foi maior do que o de compras.

**Gráfico 19 – Histograma e Q-Q Plot – Grupo *Traders* –
Mercado em Baixa – Ordens de Venda**

	Skewness	Kurtosis	Jarque - Bera
Value	(8.32)	82.28	128,053.50
Prob.	-	-	-

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Quando se fala nas execuções para manutenção de determinada ação no portfólio dos participantes, nota-se a mesma dinâmica cerebral vista nas ordens de venda. A decisão é tomada em (P2); salientado pelas áreas frontal, pré-frontal e occipital direito do córtex cerebral ($Fp2 > F4 > O2 > F8 > F3 > Oz$).

No entanto, o primeiro padrão se localiza predominantemente na região central bilateral posterior do lobo occipital, temporal e parietal - $T5 > Pz > F7 > Cz > P3 > C3 > P4 > Oz > O1 > C4 > T4 > F3$ -, enquanto o terceiro padrão fica na área anterior frontal do córtex e temporal direito ($Fz > T6 > Fp1 > C4 > T4 > T3$); o que difere das outras ordens; isto é, de compra e venda.

No caso das ordens de manutenção, no mercado em baixa, se verifica o sistema 1 no primeiro padrão, com forte intensidade cerebral na região aonde se suscita a parte heurística - intuitivo, em função novamente da incerteza inerente a este mercado. O domínio do lado esquerdo do cérebro mostra novamente uma possível confiança na dinâmica de investimento (emoções positivas).

O segundo padrão (P2), já mais intenso na parte anterior frontal e pré-frontal direito, foi dominado pelo sistema 2, de controle cognitivo. Tal fato pode sugerir o cálculo de se manter diversa(s) ação(ões) no portfólio a fim de mitigar o risco, já que o lado direito, com emoções negativas, foi salientado no mapeamento cerebral.

Agora, no terceiro padrão (P3), há uma ativação cerebral do sistema 2, porém com domínio do lado direito. Isso talvez tenha sido gerado pelos resultados frustrados dos participantes da simulação de investimentos, ou seja, a revelação dos preços atuais não foram de acordo com suas estratégias.

O que é interessante reparar é mesmo com a ativação de diferentes áreas do cérebro, a decisão de manter as ações em carteira seguiu o resultado encontrado em outras ordens; ou seja, acionou-se, sobretudo, a área frontal e pré-frontal, sugerindo, dessa forma, um controle cognitivo.

(*) Magnitude dos fatores entre parênteses, acima de 0.55.

**Figura 47 – Mapeamento Fatorial – Mercado em Baixa –
Ordens de Compra – Grupo *Traders***

É relevante identificar, de forma geral, que em mercados de alta e baixa, os circuitos acionados pelas diferentes estratégias de negociação por parte dos participantes da simulação também divergiram; o que indica possivelmente um envolvimento maior da regra de razão (controle cognitivo) versus uma regra do

tipo associativo ou “*instance-based*”, isto é, seguindo algum tipo de experiência ancorada no passado, conforme advoga Rocha (2013) e Sloman (1996). Isso se verifica inclusive no tempo de decisão e na intensidade dos circuitos neuronais, como no caso de venda que houve um tempo maior de decisão maior (ter certeza de que aquele era o momento para se realizar o lucro), conforme advoga a teoria moderna de finanças.

7.2 Questionários *Vallerand* e *Big Five*

Retomando o objetivo dos testes psicométricos (teorias fatoriais de personalidade) para avaliar o perfil dos voluntários, foi aplicado o modelo dos cinco grandes fatores onde, lembrando:

- (1) O fator I se refere ao nível de socialização ou cordialidade (CORD);
- (2) O fator II já está ligado ao nível de extroversão/introversão (IE);
- (3) O fator III é denominado de escrupulosidade ou Dedicação (DEDIC);
- (4) O fator IV reflete a estabilidade emocional (EMO);
- (5) O fator V, por fim, avalia o intelecto (INTELECT).

Já o questionário de *Vallerand* (Vallerand ET AL (1992) e (1993)) se propõe a correlacionar os dados sobre personalidade, motivação na performance dos voluntários, subdivididos nas seguintes categorias: - ação , conhecimento de mercado, introjeção, controle e desmotivação.

De acordo com a análise fatorial das respostas dadas pelos voluntários na pesquisa *Big Five* acima, pode-se perceber que a cordialidade, dedicação e emoção são os três fatores mais significativos, o que sugere que os voluntários de graduação possuem como característica principal certo grau de altruísmo e responsabilidade face a novas experiências, utilizando-se de uma variável emocional para nortear as ações num primeiro momento.

Tabela 6 – Fatores do Questionário *Big Five*

Variable	Factor1	Uniqueness
<i>ie</i>	0.6774	0.5411
<i>cord</i>	0.8695	0.2439
<i>dedic</i>	0.8429	0.2895
<i>emo</i>	0.7642	0.4161
<i>intelect</i>	0.6864	0.5288

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Com relação ao *Vallerand*, as características que mais se sobressaltaram, em ordem de importância, foram controle externo, mercado e introjeção, respectivamente conforme a tabela abaixo. Isso se reflete no fato de que os alunos de graduação ainda estão em formação, vislumbrando um resultado que ainda está por vir no futuro e que precisam da outorga de outrem, seja ela uma instituição ou a própria sociedade. Além disso, o conhecimento teórico ainda não está concretizado, o que justifica como segundo mais importante dentre os outros fatores. Por fim, eles tomam a decisão, isto é, a ação.

Tabela 7 – Fatores do Questionário *Vallerand*

Variable	Factor1	Factor2	Uniqueness
<i>inv</i>	0.6495	0.4439	0.381
<i>acao</i>	0.458	0.6875	0.3175
<i>merc</i>	0.8134	0.1126	0.3257
<i>introj</i>	0.7294	0.0581	0.4646
<i>control</i>	0.8517	-0.0984	0.2649
<i>desm</i>	0.1728	-0.8211	0.2959

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Agora, no que tange ao alfa de *Cronbach*, verificou-se também que a estrutura utilizada para os voluntários do grupo de graduação foi de acordo, já que o mesmo teve um coeficiente de confiabilidade acima 0.7, o que sugere um valor “bom”.

Tabela 8 – Alfa de Cronbach

Questionário Big Five – Graduação		Questionário Vallerand – Graduação	
Test scale = mean(standardized items)		Test scale = mean(standardized items)	
Average interitem correlation:		Average interitem correlation:	
0.312		0.4887	
Number of items in the scale:		Number of items in the scale:	
6		5	
Scale reliability coefficient:		Scale reliability coefficient:	
0.7312		0.8269	

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

No grupo de “*traders*” também se nota a importância da cordialidade e da emoção anterior ao intelecto. Não se pode, dessa forma, ignorar a importância da emoção nas simulações dos investimentos em finanças. Curiosamente, o fator referente à dedicação vêm também como segundo padrão, como uma maneira de ter segurança nas ordens a ser lançadas na simulação em questão e possivelmente ter certeza de que irão maximizar a sua jogada.

Tabela 9 – Fatores do Questionário *Big Five*

Variable	Factor1	Factor2	Uniqueness
<i>ie</i>	0.3975	0.3881	0.6914
<i>cord</i>	0.9298	0.0723	0.1302
<i>dedic</i>	0.2525	0.7605	0.358
<i>emo</i>	0.8597	0.2331	0.2065
<i>intelect</i>	0.0444	0.9143	0.1622

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Os resultados do teste *Vallerand* junto aos “*traders*” se assemelharam aos alunos de graduação, ressaltando o controle externo, mercado e introjeção, respectivamente conforme a tabela abaixo. A única diferença é que a ação se torna mais assertiva como terceiro fator. O fato de ter a desmotivação como um fator predominante no segundo padrão, mostra talvez uma certa despreocupação com a simulação, uma vez que não faz parte da rotina do trabalho.

Tabela 10 – Fatores do Questionário Vallerand

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Uniqueness
<i>inv</i>	0.4925	-0.5672	0.3954	0.2794
<i>acao</i>	-0.0108	0.0266	0.9624	0.073
<i>merc</i>	0.8359	-0.2351	0.1433	0.2254
<i>introj</i>	0.8271	0.0858	0.1027	0.298
<i>control</i>	0.9094	-0.039	-0.2111	0.1268
<i>desm</i>	0.0372	0.9296	0.0906	0.1262

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

O coeficiente de *Cronbach* corrobora a estrutura fatorial de ambos os questionários na medida em que se encontra num quadrante de aceitável / bom (acima de 0.60) no que tange à sua confiabilidade.

Tabela 11 – Alfa de Cronbach

Questionário Big Five – Traders		Questionário Vallerand – Traders	
Test scale = mean(standardized items)		Test scale = mean(standardized items)	
Average interitem correlation:		Average interitem correlation:	
0.2574		0.3409	
Number of items in the scale:		Number of items in the scale:	
6		5	
Scale reliability coefficient:		Scale reliability coefficient:	
0.6752		0.7211	

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

A relação entre a parte financeira e as personalidades – em seus logaritmos naturais -de cada grupo foi corroborada por uma regressão do tipo pool – ou seja, uma regressão linear de mínimos quadrados (“*ordinary least square*” ou “OLS”). No caso dos alunos de graduação, nota-se uma relevância para a ação e nível de controle emocional, com efeitos marginais de -0.40 e 0.21 respectivamente. O que chama a atenção é o fato da ação ser negativa, causa esta explicada pela inabilidade dos voluntários de entender tarefas pouco familiares e, portanto, dar uma solução viável para a mesma. Novamente isso é consequência da falta de exposição à matéria de finanças, uma vez que são graduandos de diferentes áreas do conhecimento. Àqueles que encontraram algum tipo de resolução muita vezes não se refletiu na melhora do valor de portfólio, muito pelo contrário, contribui de forma a dirimir o resultado. O controle cognitivo reflete justamente o esforço necessário para entendimento das jogadas a serem efetuadas. Numa menor intensidade, nota-

se a desmotivação, já que a falta de entendimento ou dificuldade nas estratégias de compra, venda ou manutenção dos resultados, geraram algum tipo de dissonância cognitiva ou desmotivação.

Tabela 12 – Regressão Valor do Portfólio versus variáveis *Vallerand*

OLS	
F(6,1264)	10.26
Prob > F	0
R2	0.0324
MSE	0.35836

Robust Invport	Coef.	Std. Err.	t	P > t	[95% Conf. Interval]
<i>lninv</i>	(0.06)	0.05	(1.08)	0.28	(0.16) 0.05
<i>lnacao</i>	(0.41)	0.09	(4.78)	-	(0.58) (0.24)
<i>lnmerc</i>	0.00	0.05	0.02	0.98	(0.10) 0.10
<i>lnintroj</i>	0.08	0.05	1.70	0.09	(0.01) 0.17
<i>lncontrol</i>	0.20	0.05	3.67	-	0.09 0.31
<i>lnesm</i>	(0.15)	0.03	(4.85)	-	(0.21) (0.09)
<i>cons</i>	11.50	0.33	34.80	-	10.85 12.15

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Quando se volta ao grupo de “*traders*”, a regressão verifica que a variável investimento (1.00) tem uma grande relevância para o resultado do portfólio. Isso, sem grandes surpresas, reflete a diversidade de estratégias nas jogadas por parte dos voluntários; em consonância com a dinâmica de cada mercado, nos quais foram expostos. Lembrando que essas jogadas tiveram resultados no âmbito negativo, apontando possivelmente para estratégias equivocadas. A desmotivação também foi fator relevante, reflexo possivelmente da exigência de sempre conseguir os melhores resultados e quando os profissionais do mercado financeiro não os têm, ou mesmo não os atinge, se auto-penalizam.

Além disso, nota-se que o controle emocional e o conhecimento do mercado não foram relevantes, sugerindo uma dominância do lado intuitivo, conforme já visto no mapeamento cerebral. A introjeção e a ação não podem ser totalmente descartadas, pois refletem como os “*traders*” são capazes de resolver tarefas difíceis com um grau de motivação intrínseca/ extrínseca de superar desafios.

Tabela 13 – Regressão Valor do Portfólio versus variáveis *Vallerand*

OLS	
F(6,1264)	11.96
Prob > F	0
R2	0.059
MSE	0.79969

Robust						
Invport	Coef.	Std. Err.	t	P > t	[95% Conf. Interval]	
<i>lninv</i>	(1.00)	0.20	(4.94)	-	(1.39)	(0.60)
<i>lnacao</i>	0.22	0.17	1.33	0.18	(0.10)	0.55
<i>lnmerc</i>	0.12	0.15	0.79	0.43	(0.17)	0.41
<i>lnintroj</i>	0.14	0.10	1.35	0.18	(0.06)	0.34
<i>lncontrol</i>	(0.07)	0.19	(0.40)	0.69	(0.44)	0.29
<i>Indesm</i>	(0.42)	0.05	(8.30)	-	(0.52)	(0.32)
<i>_cons</i>	13.23	0.81	16.37	-	11.65	14.82

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

De forma geral, os aspectos psicométrico dos voluntários vão de encontro ao que foi encontrado no mapeamento cerebral, anteriormente visto. Assim, não se pode descartar os aspectos cognitivos de cada participante, já que influenciam a tomada de decisão na simulação de investimento, e consequentemente seus respectivos resultados. Notadamente isso se dá tanto em grupos heterogêneos como homogêneos.

7.3 Regressões entre os Valores Financeiros e as Atividades Cerebrais

As variáveis foram analisadas nos seus respectivos logaritmos naturais assim como no nível. Os dados de entropia das atividades cerebrais foram convertidos, via mudança de base, para logaritmos naturais uma vez que a entropia de *Shannon* tem seu output em logaritmo na base 2.

De acordo com a metodologia neste trabalho, resolveu-se regredir os dados atividades cerebrais e os resultados financeiros em dois momentos. Utilizou-se a técnica de modelos lineares gerais (MLG) para melhor representar os dados de painéis dos voluntários. Os valores embaixo das variáveis são os respectivos desvios-padrões (lembrando que a divisão do coeficiente por ele resulta na distribuição de *z* ou *t-student*, já mostrado pelo asterisco quando há significância). Além disso, pelo teor inercial da simulação, uma vez que cada voluntário teve que entrar uma ordem por vez e com o resultado era assimilado

na nova jogada, decidiu-se aplicar o regressão do tipo *Arellano-Bond*, ou seja, em suas primeiras diferenças, ajudando a refletir a característica dinâmica e minimização das autocorrelações entre as variáveis, assim como dos resíduos entre os painéis. Tal fato originou resultados robustos como mostra a tabela abaixo. A única ressalva é que esta técnica elimina as variáveis de efeitos fixos, como *dummies*, idade, etc. Dessa forma, para ver a magnitude da influência das mesmas nos resultados financeiros obtidos pelos voluntários, optou-se por utilizar um regressão de painel com efeitos randômicos.

7.3.1 Alunos de Graduação – Regressões

Foi utilizado o teste de Hausman para definir se o efeito do painel era fixo ou randômico. O resultado, sem surpresa, apontou para painel com efeitos aleatórios, isto é, não se rejeitou a hipótese nula de diferenças sistemática nos coeficientes.

Tabela 14 – Teste de Hausman - Graduação

Hausman Test	
<i>Ho:</i>	<i>Difference in coefficients not systematic</i>
	$(b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B)$
<i>chi2(25) =</i>	0.64
<i>Prob>chi2 =</i>	1.00

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Além disso, foi aplicado nos dados o teste de Wooldrige para verificar a possibilidade de autocorrelação entre as variáveis. Realmente, o teste informou que não foi possível rejeitar tal hipótese e uma forma de corrigir tal resultado, optou-se por também utilizar a variável dependente do valor do portfólio (Invport) com uma defasagem “lag (1)” – Invport (t-1) - ; além, é claro, da regressão em primeiras diferenças à la *Arellno-Bond*.

Tabela 15 – Teste de Autocorrelação de Wooldridge - Graduação

Wooldridge Panel Autocorrelation Test	
<i>Ho:</i>	<i>No first order correlation</i>
<i>F(1,39) =</i>	16.88
<i>Prob>F =</i>	0.00

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

No caso do mercado em alta, a regressão nas primeiras diferenças mostrou que as variáveis mais relevantes para o grupo de graduação foram àquelas relacionadas com o córtex frontal e central (padrão 1), com magnitudes de 0.05 e 0.03, respectivamente. Além disso, houve também a significância do córtex temporal, no valor de 0.04, sinalizando a importância do momento de decisão – padrão 2 -, já evidenciado na análise fatorial. No que tange aos efeitos marginais, para cada aumento dez por cento na atividade cerebral das áreas mencionadas, há um aumento no valor do portfólio entre três a cinco por cento.

Quando se observa as variáveis binárias, ou melhor, qualitativas da regressão como gênero, tipo de ordem (compra, venda ou manutenção), resultado da ordem (aceito ou não pelo sistema de simulação do investimento), nota-se a maior significância da execução das ordens. Em outras palavras, compra e venda, ou ainda a manutenção, possui um efeito marginal no valor portfólio mais relevante do que a diferenciação de gêneros, o que na realidade não mostra nenhuma significância estatística.

No caso de compras, o efeito foi positivo em 0.05 e na manutenção levou a uma perda do valor do portfólio, isto é, de 0.08. Isso vai em linha com o encontrado na análise de mapeamento cerebral, quando a decisão de comprar ficou no quadrante emocional positivo e a manutenção no negativo.

Do ponto de vista estatístico, o melhor modelo pode ser considerado o resultado (2), já que contrapõe melhores critérios, máximo de R-quadrado e Chi2, em relação aos outros modelos. Ou seja, as variáveis incluídas no modelo são relevantes.

Tabela 16 – Regressões - Mercado de Alta - Graduação

Arellano - Bond			GLS - Random Effects		
			VARIABLES		
	(1)	(2)		(1)	(2)
VARIABLES	D.Invport	D.Invport	VARIABLES	Invport	Invport
LD.Invport	0.49*** (0.048)	0.49*** (0.051)	L.Invport		0.81*** (0.026)
L2D.Invport		0.03 (0.048)	Inc3	-0.01 (0.012)	0.00 (0.008)
D.Inc3	-0.00 (0.010)	-0.01 (0.011)	Inc4	-0.00 (0.015)	-0.00 (0.010)
D.Inc4	0.01 (0.013)	0.01 (0.014)	IncZ	-0.02 (0.013)	-0.02* (0.010)
D.IncZ	-0.05** (0.014)	-0.05** (0.015)	Inf3	0.05* (0.018)	0.03** (0.009)
D.Inf3	0.03** (0.012)	0.03* (0.012)	Inf4	-0.01 (0.015)	0.02 (0.013)
D.Inf4	0.02 (0.017)	0.02 (0.018)	Inf7	-0.00 (0.014)	-0.01 (0.011)
D.Inf7	-0.02 (0.016)	-0.03 (0.017)	Inf8	-0.02 (0.015)	-0.01 (0.012)
D.Inf8	-0.02 (0.017)	-0.01 (0.018)	InfP1	0.01 (0.013)	0.01 (0.011)
D.InfP1	0.00 (0.015)	0.01 (0.016)	InfP2	0.00 (0.017)	0.00 (0.011)
D.InfP2	0.01 (0.015)	0.01 (0.016)	InfZ	-0.04* (0.021)	-0.03 (0.018)
D.InfZ	-0.03 (0.026)	-0.02 (0.027)	Ino1	0.01 (0.018)	-0.00 (0.014)
D.Ino1	-0.02 (0.018)	-0.02 (0.019)	Ino2	-0.01 (0.021)	0.01 (0.012)
D.Ino2	0.01 (0.015)	0.01 (0.016)	InoZ	0.03 (0.015)	0.02 (0.012)
D.InoZ	0.03 (0.017)	0.03 (0.019)	InP3	0.00 (0.019)	-0.02 (0.015)
D.InP3	-0.03 (0.019)	-0.04 (0.020)	InP4	-0.01 (0.019)	-0.01 (0.012)
D.InP4	-0.02 (0.016)	-0.02 (0.017)	InPZ	-0.03 (0.018)	0.01 (0.013)
D.InPZ	0.01 (0.017)	0.01 (0.018)	Int3	0.03 (0.021)	-0.01 (0.012)
D.Int3	0.02 (0.017)	0.02 (0.018)	Int4	-0.03 (0.020)	-0.01 (0.015)
D.Int4	-0.01 (0.019)	-0.01 (0.020)	Int5	0.04 (0.025)	0.00 (0.015)
D.Int5	0.02 (0.019)	0.03 (0.020)	Int6	0.01 (0.016)	0.02 (0.012)
D.Int6	0.04** (0.015)	0.04* (0.016)	Intime	0.01 (0.008)	0.01 (0.011)
D.Intime	-0.04 (0.054)	-0.05 (0.080)	Inage	-0.15 (0.122)	-0.05 (0.028)
Constant	0.01 (0.006)	0.01 (0.008)	gender1	0.00 (0.054)	-0.00 (0.012)
			result2	0.01 (0.015)	0.01 (0.012)
Observations	543	501	order21	0.04* (0.018)	0.05* (0.022)
R-squared	.	.	order23	-0.02 (0.020)	-0.08*** (0.023)
Number of volunteer	40	40	Constant	10.79*** (0.393)	2.14*** (0.303)
Chi2	168.52	161.3			
Standard errors in parentheses			Observations	619	577
*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05			R-squared	0.1133	0.7207
			Number of volunteer	40	40
			Chi2	55.24	1279.57
			Robust standard errors in parentheses		
			*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05		

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Na simulação do mercado em baixa, como esperado, há as atividades cerebrais relacionados aos córtices frontal, pré-frontal e central que são mais significativos em relação aos outros, corroborando novamente os resultados da análise fatorial.

Eles mostraram um efeito marginal mais relevante (0.07 cada, conforme o quadro abaixo), se comprado com o mercado em alta. Em outras palavras, o acionamento destas áreas no valor de 10% poderia resultar em média um acréscimo de 14% no valor do portfólio dos voluntários.

E, do ponto de vista das variáveis “*dummies*”, a mais significativa é o gênero, o que explica uma diferença – aproximadamente 9% - entre as jogadas de homens e mulheres. No caso do mercado “*bearish*”, suspeita-se, então, que a maior incerteza poderia ter um efeito diferente entre os gêneros; já não visto no mercado “*bullish*”; dado sua natureza bem mais previsível.

Estatisticamente, o modelo que apresenta maior robustez ainda é o modelo em logaritmo natural com um coeficiente inercial (autoregressivo), o que reflete a simulação deste experimento, conforme explicado no início deste item.

Tabela 17 – Regressões - Mercado de Baixa - Graduação

Arellano - Bond			GLS - Random Effects		
VARIABLES	(1)	(2)	VARIABLES	(1)	(2)
	D.Invport	D.Invport		Invport	Invport
LD.Invport	0.47*** (0.040)	0.61*** (0.044)	L.Invport		0.50*** (0.039)
L2D.Invport		-0.32*** (0.042)	Inc3	-0.05 (0.032)	-0.02 (0.020)
D.Inc3	-0.02 (0.024)	-0.01 (0.025)	Inc4	0.09* (0.042)	0.05* (0.026)
D.Inc4	0.07* (0.033)	0.07* (0.035)	IncZ	-0.03 (0.029)	-0.01 (0.029)
D.IncZ	0.00 (0.037)	-0.01 (0.040)	Inf3	-0.03 (0.017)	-0.01 (0.021)
D.Inf3	-0.05* (0.025)	-0.03 (0.026)	Inf4	-0.07* (0.030)	-0.02 (0.031)
D.Inf4	-0.02 (0.039)	-0.00 (0.041)	Inf7	-0.11 (0.073)	-0.04 (0.028)
D.Inf7	-0.04 (0.035)	-0.04 (0.037)	Inf8	0.05 (0.042)	0.00 (0.031)
D.Inf8	0.02 (0.039)	0.02 (0.042)	InfP1	0.06 (0.045)	0.07* (0.027)
D.InfP1	0.09** (0.032)	0.07* (0.034)	InfP2	0.06* (0.031)	-0.02 (0.026)
D.InfP2	-0.02 (0.031)	-0.02 (0.032)	InfZ	0.05 (0.087)	0.01 (0.042)
D.InfZ	-0.04 (0.051)	-0.08 (0.054)	Ino1	0.07 (0.063)	0.05 (0.034)
D.Ino1	0.02 (0.041)	0.02 (0.042)	Ino2	-0.04 (0.025)	-0.02 (0.029)
D.Ino2	0.01 (0.036)	-0.01 (0.037)	InoZ	-0.03 (0.036)	-0.02 (0.031)
D.InoZ	-0.01 (0.042)	-0.02 (0.043)	InP3	-0.00 (0.030)	-0.01 (0.035)
D.InP3	-0.02 (0.043)	-0.01 (0.045)	InP4	0.04 (0.021)	0.02 (0.031)
D.InP4	0.01 (0.039)	0.04 (0.041)	InPZ	-0.06 (0.038)	-0.02 (0.035)
D.InPZ	-0.01 (0.043)	-0.01 (0.045)	Int3	0.09 (0.077)	0.03 (0.028)
D.Int3	0.07 (0.035)	0.05 (0.037)	Int4	-0.07 (0.061)	-0.05 (0.032)
D.Int4	-0.04 (0.040)	-0.07 (0.041)	Int5	-0.01 (0.030)	-0.01 (0.039)
D.Int5	-0.05 (0.048)	-0.07 (0.050)	Int6	-0.01 (0.022)	-0.02 (0.030)
D.Int6	0.02 (0.037)	0.03 (0.038)	Intime	-0.05*** (0.014)	-0.03 (0.034)
D.Intime	-0.12 (0.111)	-0.04 (0.163)	Inage	-0.15 (0.076)	-0.10 (0.100)
Constant	0.01 (0.012)	-0.00 (0.017)	gender1	0.15** (0.048)	0.09* (0.040)
Observations	542	499	result2	-0.02 (0.045)	-0.01 (0.031)
R-squared	.	.	order21	0.04 (0.060)	0.07 (0.059)
Number of volunteer	40	40	order23	-0.09 (0.044)	-0.11 (0.059)
Chi2	184.97	245.68	Constant	11.28*** (0.247)	5.70*** (0.570)
Standard errors in parentheses			Observations	628	582
*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05			R-squared	0.1752	0.5351
			Number of volunteer	40	40
			Chi2	77.39	254.5
			Robust standard errors in parentheses		
			*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05		

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

7.3.2 Grupo de *Traders* – Regressões

Na análise do grupo de “*traders*”, também foi aplicado o teste de Hausman – vide quadro abaixo -, o qual apontou para a utilização dos efeitos randômicos (ou aleatórios) como no caso dos alunos de graduação.

Tabela 18 – Teste de Autocorrelação de Wooldrige - Graduação

Hausman Test	
<i>Ho:</i>	<i>Difference in coefficients not systematic</i>
	$(b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B)$
<i>chi2(25) =</i>	10.17
<i>Prob>chi2 =</i>	1.00

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

Adicionalmente, houve também a sinalização de autocorrelação entre as variáveis; fato este que levou a utilização a variável dependente – valor do portfólio (Invport) - em suas primeira e segunda defasagens e, é claro, nas regressões do tipo *Arellano-Bond*.

Tabela 19 – Teste de Autocorrelação de Wooldrige - Graduação

Wooldridge Panel Autocorrelation Test	
<i>Ho:</i>	<i>No first order correlation</i>
<i>F(1,39) =</i>	21.06
<i>Prob>F =</i>	0.00

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

No caso da primeira regressão, as variáveis mais relevantes foram relativas ao córtex central, possivelmente reflexo de uma maior atividade cerebral, conferida aos padrão P2. Além disso, a região orbital foi também significativa – referente ao padrão P1 -, o que sugere uma expectativa de ganho dentre os voluntários. Além disso, vale lembrar que o P2 de decisão estava relacionado com a região frontal na análise fatorial.

Os efeitos marginais foram estatisticamente significativos, somando no estado estacionário, o valor de 0.15 para a região central. Em outras palavras, a cada aumento de 10% na atividade cerebral deste grupo de voluntários causaria um efeito adicional de 15% no valor de portfólio. Em contrapartida, a região orbital, aonde se deu a tomada de decisão, causou um efeito reverso de

0.09. Isso se deve provavelmente pela miríade de estratégias, as quais muitas saíram equivocadas, conforme já salientado na análise fatorial do mapa cerebral deste grupo de participantes.

Quando as idiossincrasias dos voluntários são analisadas, verifica-se, no entanto, que a característica mais relevante é tipo de ordem feita pelo grupo, isto é, se é venda ou compra, influenciando no resultado final do portfólio. Essa dinâmica foi também apontada nos fatores mais relevantes.

Os valores de 0.11 para compra e -0.23 para manutenção foram bem mais significativos se comparado com o grupo de graduação. O efeito marginal na hora de manter as ações em seus portfólios converge com o fato da atividade ficar sobretudo no lado direito (emocionalmente negativo) do cérebro. O lado intuitivo (sistema 2) das execuções de compra acabaram também tendo um efeito, na média, positivo, quando se analisa o grupo como um todo.

O gênero não foi mais relevante, sugerindo uma homogeneidade do grupo “traders” quando comparado com o grupo de graduação. Realmente, o primeiro é formado por profissionais do mercado financeiro, enquanto que o segundo é formado por graduando de diversas áreas do conhecimento, isto é, ciências naturais, aplicadas, sociais e humanas.

Tabela 20 – Regressões - Mercado de Baixa - Traders

Arellano - Bond			GLS - Random Effects		
		(1)	(2)		
VARIABLES		D.Invport	D.Invport	VARIABLES	
LD.Invport		0.49***	0.51***	L.Invport	
		(0.038)	(0.044)		
L2D.Invport			0.10**	Inc3	
			(0.038)		
D.Inc3		0.09**	0.09**		
		(0.030)	(0.031)	Inc4	
D.Inc4		-0.04	-0.03		
		(0.039)	(0.040)	IncZ	
D.IncZ		0.07*	0.06*		
		(0.030)	(0.031)	Inf3	
D.Inf3		0.01	0.02		
		(0.032)	(0.033)	Inf4	
D.Inf4		-0.04	-0.04		
		(0.038)	(0.038)	Inf7	
D.Inf7		-0.02	-0.02		
		(0.032)	(0.033)	Inf8	
D.Inf8		0.04	0.03		
		(0.032)	(0.033)	InfP1	
D.InfP1		0.02	0.02		
		(0.030)	(0.031)	InfP2	
D.InfP2		0.04	0.04		
		(0.030)	(0.031)	InfZ	
D.InfZ		-0.04	-0.04		
		(0.042)	(0.043)	Ino1	
D.Ino1		-0.08	-0.07		
		(0.048)	(0.049)	Ino2	
D.Ino2		-0.07	-0.09*		
		(0.042)	(0.042)	InoZ	
D.InoZ		0.05	0.05		
		(0.036)	(0.036)	InP3	
D.InP3		0.01	0.03		
		(0.044)	(0.046)	InP4	
D.InP4		0.02	0.02		
		(0.048)	(0.049)	InPZ	
D.InPZ		-0.04	-0.02		
		(0.040)	(0.040)	Int3	
D.Int3		-0.04	-0.05		
		(0.054)	(0.055)	Int4	
D.Int4		0.03	0.02		
		(0.043)	(0.043)	Int5	
D.Int5		-0.08	-0.09		
		(0.047)	(0.048)	Int6	
D.Int6		-0.07	-0.06		
		(0.043)	(0.044)	Intime	
D.Intime		-0.05	0.04		
		(0.075)	(0.094)	Inage	
Constant		-0.00	-0.01		
		(0.007)	(0.008)	gender1	
Observations		771	727	result2	
R-squared		.	.		
Number of volunteer		40	40		
Chi2		230.63	267.37	order21	
Standard errors in parentheses					
*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05					
				order23	
				Constant	
				Observations	
				R-squared	
				Number of volunteer	
				Chi2	
				Robust standard errors in parentheses	
				*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05	

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

No mercado desfavorável, isto é, “*bearish*” ou de baixa, mantendo o modelo em logaritmo natural com um fator autoregressivo, nota-se que as áreas parietal e temporal foram estatisticamente mais significativas. Isso se reflete no padrão dois (P2), aonde essa região no processo de tomada de decisão foi a mais ativada.

Quando se vê o efeito destas áreas, a região temporal teve um coeficiente de 0.16 enquanto que a região parietal ficou em -0.20. O efeito líquido, no estado estacionário, é de 0.04, o que reflete as grandes perdas efetuadas por este grupo no mercado em questão.

No momento de se analisar as outras variáveis do modelo, notou-se novamente a relevância do tipo de ordem, especialmente no caso da manutenção, com valor negativo de 0.40. Pode-se então sugerir que não executar nenhuma ordem nos respectivos portfólios do grupo causou um decréscimo significativo no valor dos mesmos (na média).

Adicionalmente, o tempo de decisão também acabou se tornando uma variável relevante, no valor negativo de -0.16, indicando que a rapidez na tomada de decisão levou a estratégias equivocadas, já analisadas no momento do mapa cerebral dos participantes. Tal fato corrobora o lado intuitivo deste grupo, conforme advogado pelo sistema 2.

Tabela 21 – Regressões - Mercado de Alta - Traders

Arellano - Bond			GLS - Random Effects		
VARIABLES	(1)	(2)	VARIABLES	(1)	(2)
	D.Invport	D.Invport		Invport	Invport
LD.Invport	0.22*** (0.041)	0.22*** (0.046)	L.Invport		0.28*** (0.041)
L2D.Invport		0.01 (0.043)	Inc3	-0.08 (0.065)	-0.05 (0.055)
D.Inc3	-0.07 (0.062)	-0.05 (0.060)	Inc4	0.07 (0.091)	0.10 (0.058)
D.Inc4	0.04 (0.069)	0.13 (0.072)	IncZ	0.23*** (0.068)	0.10 (0.050)
D.IncZ	0.16** (0.059)	0.10 (0.058)	Inf3	0.05 (0.088)	0.03 (0.064)
D.Inf3	0.05 (0.073)	0.01 (0.074)	Inf4	-0.18 (0.094)	-0.11 (0.061)
D.Inf4	-0.17* (0.071)	-0.10 (0.071)	Inf7	-0.06 (0.061)	0.07 (0.053)
D.Inf7	0.03 (0.061)	0.00 (0.060)	Inf8	-0.03 (0.068)	-0.07 (0.052)
D.Inf8	0.00 (0.063)	-0.01 (0.063)	InfP1	-0.03 (0.071)	-0.02 (0.052)
D.InfP1	-0.06 (0.058)	0.00 (0.058)	InfP2	-0.03 (0.070)	-0.07 (0.047)
D.InfP2	-0.13* (0.055)	-0.05 (0.057)	InfZ	0.12 (0.083)	-0.02 (0.068)
D.InfZ	0.08 (0.077)	0.06 (0.075)	Ino1	-0.04 (0.100)	0.05 (0.075)
D.Ino1	-0.03 (0.088)	-0.09 (0.087)	Ino2	-0.13 (0.099)	-0.07 (0.067)
D.Ino2	-0.13 (0.075)	-0.02 (0.076)	InoZ	0.11 (0.067)	0.03 (0.054)
D.InoZ	0.07 (0.066)	0.06 (0.065)	InP3	-0.04 (0.088)	0.02 (0.070)
D.InP3	-0.07 (0.078)	-0.07 (0.078)	InP4	-0.07 (0.111)	-0.13 (0.086)
D.InP4	-0.08 (0.100)	-0.20* (0.101)	InPZ	-0.02 (0.092)	-0.02 (0.074)
D.InPZ	-0.10 (0.083)	-0.10 (0.082)	Int3	-0.09 (0.109)	-0.12 (0.089)
D.Int3	-0.07 (0.106)	-0.06 (0.106)	Int4	0.04 (0.100)	0.02 (0.067)
D.Int4	0.02 (0.081)	0.03 (0.079)	Int5	-0.03 (0.077)	0.01 (0.072)
D.Int5	-0.03 (0.080)	-0.02 (0.080)	Int6	0.19* (0.087)	0.06 (0.062)
D.Int6	0.23** (0.073)	0.16* (0.074)	Intime	-0.25*** (0.037)	-0.16* (0.071)
D.Intime	-0.43** (0.146)	-0.62*** (0.180)	Inage	-0.87 (0.737)	-0.62 (0.351)
Constant	0.00 (0.014)	0.02 (0.016)	gender1	0.11 (0.323)	0.16 (0.160)
Observations	558	513	result2	0.05 (0.083)	0.10 (0.054)
R-squared	.	.	order21	0.02 (0.128)	0.04 (0.144)
Number of volunteer	37	35	order23	-0.28 (0.147)	-0.40** (0.148)
Chi2	95.41	80.21	Constant	14.84*** (2.660)	10.56*** (1.441)
Standard errors in parentheses			Observations	679	610
*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05			R-squared	0.1183	0.4811
			Number of volunteer	40	38
			Chi2	93.23	165.8
			Robust standard errors in parentheses		
			*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05		

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

7.4 Capital Asset Price Model (CAPM) no Cérebro

É sabido que as hipóteses inerentes ao modelo CAPM são a aversão ao risco dos investidores, ou seja, quando o beta é maior do que zero (ou maior do que retorno de mercado descontado o risco de um ativo livre de risco), além é claro da linearidade da relação entre os retornos das ações e do mercado. Vale lembrar também que o horizonte, no qual os indivíduos investem são iguais para todos (ergodicidade) e que não há custos de transação (mercado perfeito).

A simulação deste presente trabalho levou em conta não só as duas últimas assunções deste modelo, como também o fato de todos os voluntários terem informações iguais na hora de tomarem a decisão de comprar ou vender uma determinada ação de seus respectivos portfólios.

Retomando a relação do CAPM, levando em consideração as atividades cerebrais, além das características do mercado, tipo de ordem, resultado e idiossincrasias dos voluntários, atentou-se em verificar se existe um indicador de risco do portfólio versus o desempenho Ibovespa mostrado nas telas da simulação. A variância (ou analogamente o desvio-padrão) é apenas uma medida parcial de risco. No âmbito de experiências laboratoriais até agora tem sido difícil encontrar evidências de risco de ordem superior (aversão e assimetria, por exemplo).

Entretanto, Bossaerts, P. Plott, C. (2004) através de uma simulação laboratorial dos mercados financeiros em larga escala encontram uma conformidade com a “*Capital Asset Pricing Model*” (CAPM), chegando a conclusão que o prêmio de risco se dá via covariância das ações. Foi analisado os preços dentro o quadro sugerido por dois modelos teóricos - Arrow e Debreu e o Sharpe- Lintner - Mossin *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Os autores observaram uma convergência rápida para padrões de preços previsto tanto em Debreu quanto no CAPM modelos. Esta observação é bastante significativa, porque indivíduos não têm sempre a informação para definir deliberadamente os preços dos ativos usando algum tipo de modelo de precificação de ativos.

Neste caso, para o trabalho em questão, o resultado obtido na tabela abaixo foi deveras intrigante, no sentido de que há um beta robusto para

ambos os grupos de voluntários – alunos de graduação e *traders*. No entanto, existe um fator de “*carry-over*”, ou seja, autoregressivo tanto para os retornos do portfólio quanto para o Ibovespa. Isso pode ser explicado pelos fatos dos participantes lidarem com dados de alta frequência, ou seja, o espaço de decisão é em segundos. Além disso, como dito anteriormente, o modelo de simulação aplicado tem um teor inercial, já que leva em consideração uma decisão por vez para cada jogada. Isso também se reflete na própria magnitude dos valores, que são baixos. Deve-se atentar novamente que o período total de decisão de cada mercado é 25 minutos.

Dentre os modelos proposto de “*cross-section*” com efeitos randômicos, pode ser descrito como melhor representante dos alunos de graduação o número três (3) e para os “*traders*” o número cinco (5). Ambos possuem o critério *chi*-quadrado e coeficiente de explicação robustos.

O que chama, todavia, a atenção nestes resultados é que o beta para os alunos de graduação é positivo, totalizando 0.14; se considerado o estado estacionário. Intuitivamente, para cada 1.0% de aumento no retorno do mercado para aquele espaço temporal, espera-se 0.14% de aumento no retorno de portfólio dos voluntários. Isso também significa que o grupo possui uma característica de aversão ao risco, ou seja, as oportunidades de crescimento do retorno estão no aumento do risco; ou seja, *upside risk*.

Tabela 22 – Regressões - CAPM

Group VARIABLES	(1) Graduação Inreturn	(2) Graduação Inreturn	(3) Graduação Inreturn	(4) Traders Inreturn	(5) Traders Inreturn
L.Inreturn	-0.30*** (0.068)	-0.24* (0.098)	-0.24*** (0.071)	-0.26*** (0.045)	-0.43*** (0.057)
L2.Inreturn		0.32** (0.101)	0.16* (0.064)		-0.21*** (0.051)
Inc3	0.02 (0.041)	0.01 (0.050)	0.02 (0.041)	0.05 (0.027)	0.11** (0.037)
Inc4	-0.08* (0.042)	-0.09 (0.055)	-0.08* (0.042)	0.02 (0.025)	0.04 (0.031)
IncZ	0.05 (0.051)	0.03 (0.068)	0.06 (0.051)	0.03 (0.024)	0.06* (0.028)
Inf3	-0.04 (0.031)	-0.04 (0.036)	-0.04 (0.030)	0.00 (0.028)	-0.03 (0.037)
Inf4	0.07 (0.051)	0.12 (0.062)	0.08 (0.051)	-0.03 (0.029)	-0.03 (0.036)
Inf7	-0.04 (0.053)	-0.01 (0.066)	-0.05 (0.052)	0.02 (0.025)	0.05 (0.033)
Inf8	0.01 (0.055)	0.04 (0.071)	0.01 (0.055)	0.00 (0.020)	-0.02 (0.026)
Infp1	0.05 (0.053)	0.03 (0.063)	0.06 (0.053)	0.01 (0.026)	0.04 (0.034)
Infp2	0.03 (0.043)	0.01 (0.050)	0.03 (0.042)	0.03 (0.021)	0.03 (0.028)
Infz	0.00 (0.070)	-0.02 (0.084)	-0.02 (0.069)	-0.03 (0.032)	-0.06 (0.041)
Ino1	-0.01 (0.065)	0.06 (0.082)	-0.02 (0.064)	-0.08* (0.036)	-0.14** (0.046)
Ino2	0.09 (0.054)	0.05 (0.061)	0.09 (0.053)	-0.03 (0.031)	-0.06 (0.040)
Inoz	0.01 (0.050)	0.05 (0.063)	0.01 (0.049)	-0.01 (0.028)	-0.05 (0.034)
Inp3	-0.07 (0.066)	-0.15 (0.082)	-0.07 (0.065)	-0.01 (0.032)	0.05 (0.040)
Inp4	0.03 (0.051)	0.09 (0.060)	0.04 (0.051)	-0.08 (0.041)	-0.14* (0.054)
Inpz	-0.12* (0.063)	-0.11 (0.082)	-0.11 (0.062)	0.04 (0.035)	-0.01 (0.043)
Int3	-0.08 (0.052)	-0.10 (0.061)	-0.09 (0.051)	-0.07 (0.041)	-0.10 (0.053)
Int4	0.00 (0.062)	-0.06 (0.072)	-0.01 (0.061)	-0.03 (0.027)	-0.03 (0.037)
Int5	0.04 (0.066)	0.03 (0.081)	0.03 (0.065)	0.06 (0.037)	0.10* (0.051)
Int6	0.02 (0.060)	0.01 (0.073)	0.02 (0.059)	0.01 (0.028)	0.02 (0.035)
Inribov	0.08* (0.032)	0.07 (0.063)	0.08* (0.032)	-0.01 (0.017)	-0.06 (0.036)
L.Inribov	0.06* (0.031)	0.09* (0.041)	0.06* (0.031)	-0.01 (0.018)	-0.02 (0.024)
L2.Inribov		-0.11 (0.087)			-0.11* (0.052)
Intime	-0.24* (0.101)	-0.19 (0.181)	-0.23* (0.099)	-0.09** (0.035)	-0.03 (0.098)
Inage	0.13 (0.159)	0.32 (0.234)	0.13 (0.156)	-0.10 (0.082)	-0.01 (0.117)
gender1	0.10 (0.066)	0.10 (0.097)	0.10 (0.065)	0.01 (0.038)	-0.01 (0.054)
result2	0.05 (0.048)	0.02 (0.062)	0.05 (0.047)	0.02 (0.032)	-0.04 (0.042)
order21	-0.15 (0.101)	-0.10 (0.124)	-0.08 (0.103)	0.02 (0.175)	0.15 (0.230)
order23	-0.02 (0.101)	0.02 (0.124)	0.05 (0.104)	0.07 (0.175)	0.20 (0.232)
port1	-0.07 (0.085)	-0.26 (0.154)	-0.06 (0.084)	-0.03 (0.044)	-0.18* (0.086)
Constant	1.94* (0.887)	0.55 (1.809)	1.82* (0.876)	0.78 (0.438)	-0.85 (1.093)
Observations	335	230	335	373	250
R-squared	0.1065	0.1836	0.1297	0.0988	0.1478
Number of volunteer	37	37	37	40	40
Chi2	101.2	111.62	108.16	75.98	143.48
Standard errors in parentheses					
*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05					

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

O oposto já acontece com o grupo de “traders”, aonde o valor é negativo, perfazendo um total de -0.11. Analogamente, para 1% de aumento no valor do retorno do Ibovespa, há uma expectativa de queda de 0.11% no retorno do portfólio destes voluntários. Este fato revela, o que no jargão financeiro é conhecido como um risco de “*downside*”. Em outras palavras, o beta negativo está associado a perdas, conforme mostrado previamente.

Não obstante o lado financeiro, nota-se também, do ponto de vista neurocientífico, um estímulo das áreas centrais do cérebro para o grupo de graduação enquanto que para os “traders” se evidencia o sistema temporal-parietal. Este último fato pode também suscitar um lado intuitivo / associativo para este grupo de voluntários; porém dissonante haja a vista o total de perdas que obtiveram. Então, sugere-se que os “traders” são amantes ao risco, em contraposição ao grupo de graduação.

Realmente, quando se analisa o risco como desvio padrão (“*Proxy*”) das ações unitárias versus o mercado, sugere que o grupo de “traders” possuem ações mais “arriscadas” em seus respectivos portfólios do que os alunos de graduação, suscitando uma expectativa de ganho maior do que o outro grupo, de acordo com o quadro abaixo.

Tabela 23 – Desvio Padrão dos Retornos como Proxy de Risco

Desvio Padrão	Graduação	Traders
Ibovespa	0.23	0.21
Anhanguera	1.78	0.33
Eucatex	0.53	110.55
Helbor	2.39	7.80
Marisa	3.50	11.93
Natura	1.40	2.79
Tim	1.28	1.97
Ultrapar	11.32	0.47

Fonte: Pesquisa feita pelo próprio autor

8 CONCLUSÃO

Recentemente, um número crescente de pesquisas está levando a economia e finanças em direção a outras áreas, às quais abrangem o estudo de tomada de decisão, como a ciências da computação, psicologia e neurociências. Nesta tese, tentou-se a aproximar tomada de decisão financeira à realidade, com um grupo heterogêneo de alunos de graduação, sem conhecimento prévio de finanças e economia, e também um grupo de profissionais do mercado financeiro (“*traders*”), mais especificamente, aqueles que trabalham nas mesas de negociações de bancos, “*asset management*” e corretoras de valores.

Em outras palavras, dentro desta nova área multidisciplinar denominada de neuroeconomia, é importante fazer uma digressão sobre as fontes que fazem uma decisão individual para investir em diferentes mercados; isto é, seja de alta ou baixa.

No entanto, os investidores, sejam eles pessoas físicas ou jurídicas, são normalmente confrontados com o fato de que um ativo, em detrimento de outro, pode ter um retorno maior ou menor do que o esperado no futuro. Assim, deve-se equilibrar o sentimento dicotômico de possível ganha ou perda, o que é exacerbado pela incerteza inerente ao tipo de mercado.

Nos tempos modernos, Bernstein (1998) destaca que o risco e a teoria da decisão são o centro da economia de mercado moderno. O século 17 foi o primordialmente de grandes descobertas nas ciências naturais e sociais, especialmente em disciplinas como economia, matemática e física, que, como se sabe hoje, são sustentados por problemas na teoria da decisão (a noção de utilidade), a teoria da probabilidade (lei de grandes números) e estatística mecânica (cálculo de órbitas). De Pascal a Fermat e de Bernoulli (ambos tio e sobrinho) para Bayes e Gauss, o advento da avaliação da tomada de decisão deve ser concedido a esses pensadores únicos. Suas descobertas, prática e teoricamente falando, tiveram viável a evolução desta civilização.

Bernstein (1998, pg. 2) observou:

Without the command of probability theory and other instruments of risk management, engineers could never have designed the great

bridges that span our widest rivers, homes would still be heated by fireplaces or parlor stoves, electric power utilities would not exist, polio would be still be maiming children, no airplanes would fly and space travel would be just a dream (pg.2).

Não obstante esses fatos, a economia não saberia que a satisfação seria inversamente proporcional a qualquer subida na quantidade de bens (isto é, axioma não saciável) e, portanto, qualquer avanço na microeconomia aplicada, incluindo a moderna teoria de finanças, nem sequer existiria.

Com isso, Harry Markowitz, em 1952, afirmou que apostar em uma estratégia única é muito mais arriscado do que diversificá-lo, criando, como se conhece hoje, a moderna teoria da seleção de carteiras, a base da teoria de finanças tradicional. Deste ponto em diante, esta nova abordagem provocou uma revolução financeira nos mercados financeiros em todo o mundo.

Este último foi amplificado com o advento de William da Sharp *Capital Asset Preço Model* (CAPM), que continua nos dias de hoje muito popular entre os praticantes. A vantagem deste modelo é a implementação fácil para determinar a taxa adequada de retorno de um ativo vis-à-vis uma carteira diversificada atual. O modelo, como visto anteriormente, leva em conta o lado positivo de um ativo contra um risco sistemático ou risco de mercado global, representada pela letra beta (β) dentro de uma determinada indústria, ou seja, o retorno esperado do mercado e o retorno esperado de um teórico do risco - livre de risco. O modelo CAPM aliado ao de seleção de carteira (como defendido por Markowitz) analisam o risco embutido no mercado e mostra como mitigá-la de acordo com a estratégia dos investidores.

Em outras palavras, o modelo é baseado em duas premissas principais: 1) Os investidores agem racionalmente, a fim de atender a demanda e oferta para os ativos e, portanto, eles são agentes avessos ao risco; 2) Os investidores estimam as correlações entre os ativos, o retorno esperado e riscos inerentes a eles corretamente de modo a otimizar o portfólio atual.

Duas décadas mais tarde Eugene Fama (1967) surge com sua mercados eficientes hipótese - EMH -, no qual os preços nos diferentes mercados refletem todas as informações disponíveis aos investidores e, portanto, são considerados eficientes. Basicamente, os agentes racionais não

conseguem, de forma consistente, obter retornos mais elevados *ad infinitum* (ou na mão contrária, retornos mais baixos) acima (abaixo) dos retornos médios do mercado em uma base ajustada ao risco, dadas todas as informações disponíveis publicamente no momento de seleção do portfólio. Assim, o retorno dos mercados tendem a ser “*mean –reverse*” (retorno à média) e, mais importante, o risco é bem conhecido, variável e também previsível.

Essas três descobertas são os pilares fundamentais da teoria financeira moderna em oposição à abordagem comportamental. Além disso, a evolução do aparato computacional, praticantes de finanças conseguem aplicar modelos estatisticamente complicadas (com base na hipótese acima mencionada) para resolver possíveis problemas de tomada de decisão num ambiente de incerteza. Assim, conforme advogado por Kahneman entre outros autores da economia comportamental – Shiller, Thaler, Ainslie -, criou-se o chamado vieses de comportamento ou psicologicamente chamados de “*frame effects*”.

Como exemplo, crises da magnitude presenciada em 2008 foram vistas com baixa frequência; porém com alto impacto e tal fato não pode ser totalmente desprezado por profissionais financeiros, uma vez que pode causar consequências catastróficas. Alguns problemas em confiar em / modelos matemáticos puramente racionais, são as suposições irrealistas, tais como distribuições normais / *t - student* de eventos e previsibilidade dos riscos e, além disso, comportamentos paramétricos. Este tipo de raridade pode causar em investidores a sucumbir à sua percepção e ancorar suas estimativas sobre os recentes acontecimentos / quase semelhante, resultando em possíveis outras consequências.

Outro aspecto é acreditar nas suas capacidades preditivas dos investidores, dado experiências passadas e realizações acadêmicas, o que dificulta qualquer tipo de aprendizagem. Isso geralmente acontece porque existe uma falsa sensação de controle. Em outras palavras, existe o excesso de confiança de não equilibrar os custos e benefícios de uma estratégia, uma vez que estes já são conhecidos dos investidores, ou seja, um viés cognitivo. O conflito entre estas duas variáveis, custo e benefício, é completamente ignorado.

Assim, conforme se tentou comprovar neste trabalho, é uma condição *sine qua non* que se leve em consideração a variável emoção, uma vez que tem papel fundamental no processo de tomada de decisão, verificados tanto do ponto de vista neurocientífico, com áreas emocionais positivas - hemisfério cerebral esquerdo – ou negativa – hemisfério cerebral direito - sendo mais ativados, dependendo do mercado, no qual os voluntários estavam inseridos. Além disso, os testes psicométricos, *Big 5* e *Vallerand*, também apontaram para a importância da variável emocional na análise fatorial.

Não obstante tal fato, a simulação foi aplicada a dois diferentes grupos, como mencionado previamente, aonde todos possuíam as mesmas condições de simulação e informações referentes às ações para o processo de tomada de decisão. Isso sugere que a hipótese de eficiência de mercado pode ser refutável, já que diversas estratégias foram utilizadas haja vista os diferentes valores resultantes dos portfólios “encarteirados” pelos voluntários. Mesmo no grupo de *traders*, aonde há claramente uma homogeneidade de perfis, a distribuição das perdas e ganhos dos respectivos portfólios foram mais significativas (com um intervalo de valores alto) do que se comparado com os alunos de graduação.

Assim, pode-se inferir que os participantes representam dois tipos de parcela da população – investidores pessoa física e jurídica -, cujas estratégias aplicadas nas simulações não são puramente racionais (não há claramente uma maximização da utilidade). Muito pelo contrário, no grupo de *traders*, que poderia ser um grupo *proxy* de investidores de pessoas jurídicas, teve a intuição como possível variável, a qual norteou suas respectivas estratégias de investimentos. Adicionalmente, tal dinâmica verificada junto a este grupo pode salientar um viés de auto-confiança – muitas vezes frustradas pelos resultados obtidos -, conforme advogado por Kahneman.

O que é interessante notar o fato da existência de um modelo mental do CAPM em ambos os grupos, o qual corroborou o aspecto de aversão ao risco por parte dos alunos de graduação enquanto que os *traders* mostram uma tendência de serem amantes ao risco. Vale lembrar que dentro da estrutura tradicional de CAPM também foi incluída as variáveis de atividades cerebrais dos participantes da simulação de investimentos, ainda não inclusos nos modelos comportamentais do CAPM.

Como Jeremy Bentham apontou em sua obra "Os princípios da Moral e Legislação" [Bentham (2010) apud Berstein (1998), pg. 189]:

Nature has placed mankind under the government of two sovereign masters, pain and pleasure. It is for them alone to point out what we ought to do, as well as to determine what we shall do (...) The principal of utility recognises this subjection, and assumes it for the foundation of that system, the object of which is to rear the fabric of felicity by hands of reason and law.

Concluindo este presente trabalho, se faz necessário analisar os efeitos da emoção no processo de tomada de decisão dos agentes econômicos de forma geral, pois o custo (dor) e benefício (prazer) para esta tomada de decisão pode ser alta, uma vez que desencadeia dentro do cérebro áreas de ativação referente à vieses de comportamento vis-à-vis a incerteza, na qual estes investidores estão inseridos.

9 BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, R.D., MELLARS, P.; STRINGER, C. (1989). *"The Human Revolution: Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans"*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- ALLAIS, M. (1953) *"Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école Américaine"*. *Econometrica* 21, 503-546.
- ALVAREZ, J. EMORY, E., JULIE, A. EMORY, E. (2006). *"Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review"*. *Neuropsychology Review* 16 (1): 17–42.
- ADOLPHS R (2001). *"The neurobiology of social cognition"*. *Curr. Opin. Neurobiol.* 11 (2): 231–9.
- ARBIB, M. ERDI, P. SZENTAGOTHAÏ, J. (1997) *"Neural organization"*. A Bradford Book.
- ARBIB, M. (2002) *"The Mirror System, Imitation, and the Evolution of Language"*, in *Imitation in Animals and Artifacts*, The MIT Press.
- ARRUDA, L., ROCHA, F., ROCHA, A. (2008) *"Studying the satisfaction of patients on the outcome of an aesthetic dermatological filler treatment"* - *Journal of Cosmetic Dermatology* (2008) Vol: 7(4) Page: 246-250.
- ARNSTEN A., PASPALAS C., GAMO N., YANG Y, WANG M (2010). *"Dynamic Network Connectivity: A new form of neuroplasticity"*. *Trends Cogn Sci.* 14 (8): 365–75.
- ARSALIDOU, M. TAYLOR, M. (2011) *Is 2+2=4? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations.* *NeuroImage* 54:382–2393
- ATKINSON, R.C., & SHIFFRIN, R.M. (1968). *"Human memory: A proposed system and its control processes"* in *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 89-195), New York: Academic Press.
- ANDERSON S.; BECHARA, A. DAMASIO, H. TRANEL, D. DAMASIO, A. (1999). *"Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex"*. *Nature Neuroscience* 2 (11): 1032–7.
- AUDI, R. (2004) *"Epistemology: A Contemporary Introduction to the Theory of Knowledge"*. Routledge.

- BADDELEY, A. HITCH, G. (1974). *"Working Memory"*, in The psychology of learning and motivation: advances in research and theory (Vol. 8, pp. 47-89), New York: Academic Press.
- BADDELEY, A. (2000). *"The episodic buffer: a new component of working memory?"* Trends in Cognitive Sciences, 4, 417-423.
- BANERJEE, A. (1998) *"Herd Behaviour and the Reward for Originality"* – Princeton University – May, 1998.
- BARBEDO, C. SILVA, E. (2008) *"Finanças comportamentais: pessoas inteligentes também perdem dinheiro na bolsa"*. São Paulo: Atlas.
- BARBERIS, N. SHLEIFER, A. VISHNY, R.. *"A model of investor sentiment"*. Journal of Finance Economics. v.49, pg. 307 – 343.
- BARBOSA, D. BORGES, G. (2011) *"Cálculo do retorno esperado da carteira de mercado e do retorno do ativo livre de risco para o Brasil"*. Disponível em: <<http://www.iem.efei.br/dpr/td/julho2001/pdf/Td104.pdf>>.
- BARRETT, L. TUGADE, M. ENGLE, R. (2004) *"Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind"*. Psychological Bulletin, 130, 553-573.
- BARROS, L. (2005) Decisões de financiamento e de investimento das empresas sob a ótica de gestores otimistas e excessivamente confiantes. 2005. 261 f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BAYES, T. (1764) *"An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances"*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London (1764) 53: 37-418.
- BAZERMAN, M. (2004) *"Processo decisório: para cursos de Administração, Economia e MBAs"*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- BECHARA, A. DAMÁSIO, A. R. DAMÁSIO, H. ANDERSON, S. (1994). *"Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex"*. Cognition 50 (1–3): 7–15.
- BECHARA, A. DAMASIO, H. TRANEL, D. DAMASIO, A. R. (1996). *"Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex"*. Cereb. Cortex 6 (2): 215–25.
- _____ (1997). *"Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy"* Science 275 (5304): 1293–5.

- _____ (2000). "Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions" *Brain* 123 (11): 2189–2202.
- BECHARA, A. DAMASIO, A. R. (2005). "The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision". *Games and Economic Behavior* 52 (2): 336–372.
- BECHARA, A. (2003). "Risky business: emotion, decision-making, and addiction". *J Gambl Stud* 19 (1): 23–51.
- BEKOFF, M. (2000). "Animal emotions: Exploring Passionate Natures". *BioScience* 50 (10): 861–870.
- BEN-HAIM, Y. (2006). "Info-gap Decision Theory: Decisions Under Severe Uncertainty" (2nd ed.). Academic Press. section 11.
- BERNARDO, A., ZHANG, L. CALLUENG, C. (2002). "Thinking styles and academic achievement among Filipino students". *Journal of Genetic Psychology*, 163(2), 149–163.
- BERRIDGE, K. (2007). "The debate over dopamine's role in reward: the case for incentive salience". *Psychopharmacology* 191:391-431
- BERSTEIN, P. (1998) "Against the Gods: The Remarkable Story of Risk". Wiley.
- BIKHCHANDANI, S. SHARMA, S.(2000) "Herd Behaviour in Financial Markets: A Review" – IMF Working Papers, March 2000.
- BLAND, A. SCHAEFER, A. (2011) *Electrophysiological correlates of decision making under varying levels of uncertainty*. *Brain Research* 1417, 55-66.
- BODIE, Z. KANE, A.; MARCUS, A. (2002) "Fundamentos de Investimentos". 3ed. Porto Alegre: Bookman.
- BODIE, Z. MERTON, R. (2001) "Finance" Prentice Hall.
- BOLTZMANN, L. (1964). "Lectures on gas theory". Berkeley: University of California Press.
- BONDT, W. THALER, R. (1985) "Does stock market overreact?" *Journal of Finance*, v.40, issue 3 , 793 - 805
- BOUTON, M. E. (2007) "Learning and Behavior: A Contemporary Synthesis", Sunderland, MA: Sinauer
- BORDA, M. (2011). "Fundamentals in Information Theory and Coding". Springer

- BOSSAERTS, P. PLOTT, C. (2004) *"Basic Principles of Asset Pricing Theory: Evidence from Large-Scale Experimental Financial Markets"* Review of Finance 8, p. 135 - 169.
- BREALEY, R. MYERS, S. ALLEN, F. (2008) *"Principles of Corporate Finance"*. McGraw-Hill; 9th edition.
- BRIGHAM, E. GAPENSKI, L. EHRHARDT, M. (2001) *"Financial Management: Theory and Practice"* Harcourt Brace College Publishers.
- BREITER, H. AHARON, I. KAHNEMAN, D. DALE, A. SHIZGAL, P. (2001) *Functional imaging of neural responses to expectancy and experience of monetary gains and losses*. Neuron, 30:619-639
- BRILLOUIN, L. (2004). *"Science & Information Theory"*. Dover Publications.
- BUSEMEYER J. STOUT J. (2002). *"A contribution of cognitive decision models to clinical assessment: Decomposing performance on the Bechara gambling task"*. Psychological Assessment 14 (3): 253–262.
- CAMERON, A. (2010) *"Microeconometrics using Stata"*. Stata Press; 2 edition
- CARLSON, N. (2010). *"Psychology: The Science of Behaviour"*. New Jersey, Pearson. pp. 198–203.
- CAVALCANTE FILHO, F. MISUMI, J. (2001) *"Mercado de Capitais"*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus.
- CELLA, M. DYMOND, S. COOPER, A. TURNBULL, O. (2007). *"Effects of decision-phase time constraints on emotion-based learning in the Iowa Gambling Task"*. Brain Cogn 64 (2): 164–9.
- CHANG, R. STOUT, S. MILLER, R. (2004) *"Comparing excitatory backward and forward conditioning"*. Quarterly Journal of Experimental Psychology: Jan/04. Vol. 57 Issue 1, pp. 1-23.
- COCHRAN, W. (1977) *"Sampling Techniques"*. Wiley; 2nd edition.
- COHEN, M. RIDDERINKHOF, K. HAUPT, S. ELGER, C. FELL, J. (2008). *"Medial frontal cortex and response conflict: Evidence from human intracranial EEG and medial frontal cortex lesion"*. Brain Research 1238 (31), 127-142.
- CONSTANTINIDIS, C. WANG, X. (2004). *"A neural circuit basis for spatial working memory"*. Neuroscientist, 10(6), 553-565.
- COOPER, J. BLOMM, F. ROTH, R. (1991) *"The biochemical basis of neuropharmacology"*. Oxford University Press, USA; 8 edition.

- COSTA JR., N. (2000) *"Mercado de capitais: análise empírica no Brasil"*. São Paulo: Atlas.
- CRONBACH, L. (1951). *"Coefficient alpha and the internal structure of tests"*. Psychometrika 16 (3): 297–334.
- DAMASIO, A. (1991). *"Somatic Markers and the Guidance of Behavior"*. New York: Oxford University Press. pp. 217–299.
- DAMASIO, A. R. (1996). *"The Somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex"*. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 351 (1346): 1413–20.
- _____ (2000). *"The Feeling of what Happens: Body, Emotion and the Making of Consciousness"*. Vintage.
- _____ (2008). *"Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain"*. Random House.
- DANEIL, K.; HIRSHLEIFER, D. SUBRAHMANYAM, A. (1998) *"Investor psychology and security market under and overreaction"*. Journal of Finance, v.53, pg. 1839 – 1885.
- DAVIS, C. HAUF, J. WU, D. EVERHART, D. (2011). *"Brain function with complex decision making using electroencephalography"*. International Journal of Psychophysiology 79, 175-183.
- DAYAN, P. (2008) *"The role of value systems in decision making"*. Singer W. Strungmann Forum Report. Cambridge, MA: MIT Press.
- DECI, E. VALLERAND, R. PELLETIER, L. RYAN, R. (1991). *"Motivation in education: the self-determination perspective"*. The Educational Psychologist 26, 325-346.
- DECI, E. RYAN, R. WILLIAMS, G. (1996). *"Need satisfaction and the self-regulation of learning"*. Learning and Individual Differences 8, 165-183
- DEDONNO M. DEMAREE, H. (2008). *"Perceived Time Pressure and the Iowa Gambling Task"*. Judgment and Decision Making 31 (8): 636–640.
- DE FINETTI, B. (1937/1980) *"La Prevision: ses lois logiques, se sources subjectives"* (Annales de l'Institut Henri Poincare 7 (1937): 1-68. Translated into English Studies in Subjective Probability (Huntington, NY: Krieger; 1980).
- DE NEYS, W. (2006). *"Dual processing in reasoning: two systems but one reasoner"*. Psychological Science 17 (5): 428–433.

- DEYOUNG, C. HIRSH J. SHANE, M. PAPADEMETRIS, X. RAJEEVAN, N. GRAY, J. (2010). *"Testing predictions from personality neuroscience"*. Psychological Science 21 (6): 820–828.
- DOELLER, C. OPITZ, B. KRICK, C. MECKLINGER, A. REITH, W. (2006) *"Differential hippocampal and prefrontal-striatal contributions to instance-based and rule-based learning"*. NeuroImage 31, 1802 – 1816.
- DUNBAR, R. (1998). *"The social brain hypothesis"*. Evolutionary Anthropology 6 (5): 178–190.
- DUNN, B. DALGLEISH, T. LAWRENCE, A. (2006). *"The somatic marker hypothesis: a critical evaluation"*. Neurosci Biobehav Rev 30 (2): 239–71.
- ELLSBERG, D. (1961), *"Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms"*. Quarterly Journal of Economics 75 (4): 643–66
- ENGLE, R. KANE, M. (2004). *"Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control"*. in The psychology of learning and motivation - Vol. 44, pp. 145-199. NY: Elsevier.
- ERICSSON, K. KINTSCH, W. (1995). *"Long-term working memory"*. Psychological Review, 102, 211-245.
- EVANS, J. (1984). *"Heuristic and analytic processes in reasoning"*. British Journal of Psychology 75: 451-468.
- _____ (2003). *"In two minds: dual-process accounts of reasoning"*. Trends in Cognitive Sciences 7 (10).
- _____ (2012). *"Questions and challenged for the new psychology of reasoning"*. Thinking & Reasoning 18 (1): 5–31.
- EVANS, J.ST.B.T.; P. LEGRENZI, V. (1999). *"The influence of linguistic form on reasoning: the case of matching bias"*. The Quarterly Journal of Experimental Psychology 52 (1): 185–216.
- EVANS, B. ST, JONATHAN. (2007) *"Dual-Processing Accounts of Reasoning, Judgment, and Social Cognition"*. The Annual Review of Psychology, 59, 268-269
- FAMA, E. (1970). *"Efficient Capital Markets: a review of theory and empirical work"*. Journal of Finance, v. 25, n. 2. New York, 1970. p. 383, 389-413.
- FAMA, E. FRENCH, K. (1993). *"Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds"*. Journal of Financial Economics 33 (1): 3–56
- FECHENER, G. (1860) *"Elemente der Psychophysik"*. Leipzig Uuniversitaet.

- FEREJOHN, J. SATZ, D. (1991) *"Rational Choice and Social Theory"* – Stanford University, August 1991.
- FERRIS, S. HUGEN, R. MAKHINJA, A. (1988) *"Predicting Contemporary Volume with Historic Volume at Differential Price Levels: Evidence Supporting the Disposition Effect"*. Journal of Finance, July 88, Vol. 43 Issue 3, p677-697
- FINGER, S. (1994). *"Origins of neuroscience: a history of explorations into brain function"*. Oxford University Press.
- FIORILLO, C. TOBLER, P. SCHULTZ, W. (2003) *"Discrete Coding of Reward Probability and Uncertainty by Dopamine Neurons"*. Science 299, p. 1898-1902.
- FITELSON, B. (2003) *"Review of James Joyce, The Foundations of Causal Decision Theory"*. in Mind 112: 545-551.
- FITZGERALD, T. SEYMOUR, B. BACH, D. DOLAN, R. (2010) *"Differentiable Neural Substrates for Learned and Described Value and Risk"*. Current Biology 20,1823–1829.
- FLORES-MENDOZA, C. COLOM, R. (2006) *"Introdução à Psicologia das diferenças"* Artmed, Porto Alegre
- FOX, C. TVERSKY, A. (1995) *"Ambiguity Aversion and Comparative Ignorance"*, Quarterly Journal of Economics 110 (3): 585–603.
- FRIEDENBERG, J. SILVERMAN, G. (2012). *"Cognitive Science"*. Sage Publications Inc. (2nd ed.).
- FUKUI, H. MURAI, T. FUKUYAMA, H. HAYASHI, T. HANAKAWA, T. (2005). *"Functional activity related to risk anticipation during performance of the Iowa Gambling Task"*. NeuroImage 24 (1): 253–9.
- FUSTER, J. (1997). *"The Prefrontal Cortex: Anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe"*: Lippincott, Williams & Wilkins (2 ed.)
- _____ (2008). *"The Prefrontal Cortex"*. Boston: Academic Press. Fourth Edition.
- FUSTER, J. BODNER, M. KROGER, J. (2000). *"Cross-modal and cross-temporal association in neurons of frontal cortex"*. Nature 405 (6784): 347–51.
- GALLISTEL, R. GIBBON, J. (2000). *"Time, rate and conditioning"*. Psychological Review, 107, 289-304.
- _____ (2002) *"The Symbolic Foundations of Conditioned Behavior"*.. Mahwah, NJ: Erlbaum

- GEHRING, W. WILLOUGHBY, J. (2002) *"The Medial Frontal Cortex and the Rapid Processing of Monetary Gains and Losses"*. Science 295, 2279 – 2282.
- GESCHIEDER, G. (1997) *"Psychophysics"*. Psychology Press; 3 edition.
- GIBBON, J. BALSAM, P. (1981) "Spreading association in time". In *Autoshaping and conditioning theory* (pp. 219-235). New York: Academic Press
- GIGERENZER, G. SELTEN, R. (2002). *"Bounded Rationality"*. Cambridge: The MIT Press; reprint edition. ISBN 0-262-57164-1
- GOEL, V. BRUCHEL, C. FRITH C. DOLAN, R. (2000). *"Dissociation of mechanisms underlying syllogistic reasoning"*. Neuroimage 12 (5).
- GOEL, V. DOLAN, R. (2003). *"Explaining modulation of reasoning by belief"*. Cognition 87 (1): B11–B22.
- GOLDMAN-RAKIC, P. S. (1988). *"Topography of cognition: parallel distributed networks in primate association cortex"*. Annu Rev Neurosci 11: 137–56.
- GOLDMAN-RAKIC, P. S. COOLS, A., SRIVASTAVA, K. (1996). *"The prefrontal landscape: implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive"*. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 351 (1346): 1445–53.
- GOTTFRIED, J. O'DOHERTY, J. DOLAN, R. (2003) *"Encoding Predictive Reward Value in Human Amygdala and Orbitofrontal Cortex"*. Science, 301:1104-1107
- GREENE, J. ET AL. (2001). *"An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgement"*. Science 293 (5537): 2105–2108.
- GREENE, W. (2011) *"Econometric Analysis"*. Prentice Hall; 7 edition
- HARE, T. O'DOHERTY, J. CAMERER, C. SCHULTZ, W. RANGEL, A. (2008) *"Neural Substrates of Value-Based Decision Making"*. J. Neurosci., May 28, 2008 • 28(22):5623–5630
- HARRIS, C. PASHLER, H. (1995). *"Evolution and Human Emotions"* Psychological Inquiry 6 (1): 44–46.
- HERBART, J. (1824) *"Psychologie als Wissenschaft"*. Leipzig Universitaet.
- HICKS, J. (1962) *"Liquidity"*. The Economic Journal 72, pg. 787 - 802
- HOUDE, O. ZAGO, L. MELLET, E. MOUTIER, S. PINEAU, A. MAZOYER, B. TZOURIO, N. (2000). *"Shifting from the perceptual brain to the logical brain: the neural impact of cognitive inhibition training"*. Journal of Cognitive Neuroscience 12 (5).

- HUTZ, C. NUNES, C. SILVEIRA, A. SERRA, J. ANTON, M. WIECZOREK, L. (1998) "O desenvolvimento de marcadores para a avaliação da personalidade no modelo dos cinco grandes fatores". *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 11:13-26
- HUETTEL, S. SONG, A. MCCARTHY, G. (2005) "Decisions under Uncertainty: Probabilistic Context Influences Activation of Prefrontal and Parietal Cortices" *Journal of Neuroscience*, 25:3304 –3311
- HUETTEL, S. STOWE, C. GORDON, E. WARNER, B. PLATT, M. (2006). "Neural signatures of economic preferences for risk and ambiguity". *Neuron* 49,766-775.
- INGLE, V. & PROAKIS, J. "Digital Signal Processing using MATLAB" Bookware Companion Series, 2000.
- JAMES, W. (1890) "The Principles of Psychology" 2 vols. Dover Publication.
- JAYNES, E. (1957). "Information Theory and Statistical Mechanics". *Physical Review* 106 (4): 620–630.
- JEFFREY, R. (1983) "The Logic of Decision", 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- _____ (1992) "Probability and the Art of Judgment". Cambridge: Cambridge University Press.
- JEFFREYS, H. (1961) "Theory of Probability", 3d ed. Oxford: Clarendon Press.
- JOYCE, J. (1998) "A Nonpragmatic Vindication of Probabilism" *Philosophy of Science* 65 : 575-603.
- JOYCE, J. (1999). "The Foundations of Causal Decision Theory". Cambridge: Cambridge University Press.
- KAHNEMAN, D. (2003) "A perspective on judgement and choice". *American Psychologist*. 58, 697-720.
- _____ (2003) "Maps of bounded rationality: psychology for behavioral economics". *The American Economic Review*. 93(5). pp. 1449–1475
- _____ (2011). "Thinking, fast and slow". New York: Farrar, Straus and Giroux 1st ed. ed.
- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A (1974) "Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases". *Science, New Series*, Vol. 185, No. 4157.
- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A (1979). "Prospect Theory: an analysis of decision under risk". *Econometrica*, v. 47, n. 2, 1979. p. 265-266, 267-271.

- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. (2008) *"Choices, Values and Frames"*. New York: Cambridge University Press, 2008. p. 241.
- KAHNEMAN, D. KNETSCH, J. THALER, R. (1991) "Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias" *The Journal of Economic Perspectives*, 5(1), pp. 193-206.
- KEYNES, J. (1921). *"A Treatise on Probability"*. Macmillan, London.
- KHALIL, E. (2008) *"The Bayesian fallacy: Distinguishing four kinds of beliefs"*. Munich Personal Repec Archive. 2008.
- KLINGBERG, T. FORSSBERG, H. WESTERBERG, H. (2002). *"Training of working memory in children with ADHD"*. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, 24, 781-791.
- KNIPP, D.. *"Teens' perceptions about attention deficit/hyperactivity disorder and medications"*. *J Sch Nurs*, 22:120-5, 2006.
- KOENIGS, M. ET AL. (2007) *"Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgements"*. *Nature* 446, 908–911
- KNUTSON, B. FONG, G. BENNETT, S. ADAMS, C. HOMMER, D.. (2003) *"A Region of Mesial Prefrontal Cortex Tracks Monetarily Rewarding Outcomes: Characterization With Rapid Event-Related FMRI."* *Neuroimage* 18, (2003), pp. 263–272.
- KNUTSON, B. BOSSAERTS, P. (2007) *"Neural Antecedents of Financial Decisions."* *Journal of Neuroscience*, 27, (2007), pp. 8174-8177.
- KRINGELBACH, M. (2009) *"Pleasures of the Brain"*. Oxford University Press, USA; 1 edition.
- KUHNEN, C. KNUTSON, B. (2005) *"The Neural Basis of Financial Risk Taking."* *Neuron*, 47, pp. 763-770.
- KUHLMAN, D. ZUCKERMAN, M. (2000) *"Personality and risk-taking: common biosocial factors"*. *J Pers* 68 (6): 999–1029.
- LAKATOS, I. (1974) *"Falsification and the methodology of scientific research programmes"*.
- LEVENSON, R. (1992). *"Autonomic nervous system differences among emotions"*. *Psychological Sciences* 3: 23–27.
- LEVY, F. FARROW, M. (2001). *"Working memory in ADHD: prefrontal/parietal connections"*. *Curr Drug Targets*, 2(4), 347-352

- LI, X. LU, Z. D'ARGEMBEAU, A. NG, M. BECHARA, A. (2010). "*The Iowa Gambling Task in fMRI images*". Hum Brain Mapp 31 (3): 410–23.
- LIMA, M. (2003) "*Um estudo sobre finanças comportamentais*". RAE-eletrônica, Volume 2, Número 1, jan-jun/2003.
- LINTNER, J. (1965) "*The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*" The Review of Economics and Statistics, Vol. 47, No. 1, pp. 13-37
- LINTZ, A. (2004). "*Dinâmica de bolhas especulativas e finanças comportamentais: um estudo aplicado ao mercado de câmbio brasileiro*". Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA -USP, São Paulo, 2004.
- LO, A. (1997) "*Market efficiency*". Edward Elgar Pub.
- LOEWENSTEIN, G. WEBER, E. HSEE, C. WELCH, N. (2001) "*Risk as feelings*". Psychol Bull 127 (2): 267–86.
- LUCK, S. (2005) "*An introduction to the event-related potential technique*" A Bradford Book; 1 edition.
- LUPPE, R. (2006). "*A heurística da ancoragem e seus efeitos no julgamento: decisões de consumo*". Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA -USP, São Paulo, 2006.
- MACKINTOSH, N. (1975) "*A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement*" Psychological Review, 82, 276-298
- MACMILLAN, M. (2008). "*Phineas Gage – Unravelling the myth*". The Psychologist (British Psychological Society) 21 (9): 828–831.
- MACRAE, C. BODENHAUSEN, G. (2000). "*Social cognition: Thinking categorically about others*". Annual Review of Psychology, 51, 93-120
- MARKOWITZ, H. (1952). "*Portfolio Selection*". Journal of Finance, v. 7, n. 1, 1952. p. 77-78.
- MARKOWITZ, H. (1987) "Mean-variance analysis in portfolio choice and capital markets". Wiley; 1 edition
- MAS-COLELL, A. WHINSTON, M. GREEN, J. (1995) "*Microeconomic Theory*" Oxford University Press, USA

- MASSAD, L. (2009) *“Desempenho Diagnóstico e Mapeamento Cognitivo Cerebral de Radiologistas Veterinários Através de um Sistema Computacional”*. Tese apresentada na FMUSP.
- MEELE, A. & RAWLING, P. (2004) *“The Oxford Handbook of Rationality”*. OUP.
- MCCLURE ET AL (2004) *“Time Discounting for Primary Rewards”*, The Journal of Neuroscience, May 23, 2007, 27(21):5796-5804.
- MILANEZ, D (2003). *“Finanças Comportamentais no Brasil”*. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA –USP, São Paulo, 2003.
- MILLER, R. ESCOBAR, M. (2001) *“Contrasting acquisition-focused and performance-focused models of acquired behavior”*. Current Directions in Psychological Science 10, 141-145.
- MILLER, G. (1956). *“The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information”*. Psychological Review, 63, 81-97
- MILLER, E. FREEDMAN, D. WALLIS, J. (2002). *“The prefrontal cortex: categories, concepts and cognition”*. Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci. 357 (1424): 1123–36.
- MILLER, E. COHEN, J. (2001). *“An integrative theory of prefrontal cortex function”*. Annu Rev Neurosci 24: 167–202.
- MITHEN, S. (2002). *“The Cognitive Basis of Science”*. New York: Cambridge University Press. pp. 23–40.
- MOSCA; A. (2009) *“Finanças Comportamentais”*. Editora campus
- MOSHMAN, D. (2000). *“Diversity in reasoning and rationality: metacognitive and developmental considerations”*. Behavioural and Brain Sciences 23: 689–690.
- MOTZKIN, J. ET AL (2011) *“Reduced Prefrontal Connectivity in Psychopathy”*. The Journal of Neuroscience, 30 November 2011, 31(48): 17348-17357.
- NORTH, D. (1999) *“Dealing with a Non-Ergodic World: Institutional Economics, Property Rights, and the Global Environment”*. Conference: Duke Law School.
- OBERAUER, K. (2002). *“Access to information in working memory: Exploring the focus of attention”*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 28, 411-421.

- OSMAN, M. (2004). *"An evaluation of dual-process theories of reasoning"*. Psychonomic Bulletin & Review 11 (6): 988–1010.
- PADOA-SCHIOPPA, C ASSAD , J. (2006) *"Neurons in Orbitofrontal Cortex Encode Economic Value"* Nature, 441: 223–226.
- PAIVIO, A. (2007). *"Mind and its evolution: A dual coding theoretical approach"*. Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.
- PARDUCCI, A. (1965) *"Category judgment: A range-frequency model"*. Psychological Review, Vol 72(6), Nov 1965, 407-418
- PAVLOV, I.P. (1960). *"Conditional Reflexes"*. New York: Dover Publications.
- PEARCE, J. HALL, G. (1980) *"A model for Pavlovian learning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli"*. Psychological Review, 87, 532-552.
- PETERSON, R. (2007). *"Inside the Investor's Brain: The Power of Mind Over Money"*. Wiley.
- PETTY, R. CACIOPPO, J. (1986). *"The Elaboration Likelihood Model of Persuasion"*. Advances in Experimental Social Psychology 19: 123–181.
- PLASSMANN, H. O'DOHERTY, J. SHIV, B. RANGEL, A. (2008) *"Marketing actions can modulate neural representation of experienced pleasantness"*. Proc Natl Acad Sci U S A 2008, 105:1050-1054.
- POLANCZYK G ET AL. (2007) *"The worldwide prevalence of attention-deficit hyperactivity disorder: do geographic location and income of countries have an impact on variability of estimates? A systematic review and meta-regression analysis"*. Am J Psychiatry.
- POLEZZI, D. SARTORI, G. RUMIATI R. VIDOTTO, G. DAUM I. (2010) *"Brain correlates of risky decision-making"* NeuroImage 49, 1886-1894.
- POSTLE, B. (2006). *"Working memory as an emergent property of the mind and brain"*. Neuroscience, 139(1), 23-38
- PREUSCHOFF, K. ET AL (2008) *"Markowitz in the Brain?"* Revue d'économie politique 2008/1, Vol. 118, pg. 75 – 95.
- PRICE, J. (1999). *"Prefrontal cortical networks related to visceral function and mood"*. Ann N Y Acad Sci. 877: 383–96.
- PURVES D ET AL. (2008). *"Neuroscience"* Sinauer 4ed. 754-56. Neill D. Emory University. Personal Interview.

- RAMSEY, F. (1931) *"Truth and Probability,"* in Richard B. Braithwaite (ed.), *Foundations of Mathematics and Other Logical Essay* (London: Routledge and Kegan Paul;), pp. 156-198.
- RANGANATH, C. JOHNSON, M. D'ÉSPOSITO, M. (2003) *"Prefrontal activity associated with working memory and episodic long-term memory"*. *Neuropsychologia* 41:378–389
- REILLY, F. NORTON, E. (2008) *"Investimentos"*. São Paulo: CENGAGE Learning.
- RESCORLA, R. WAGNER, A. R. (1972). *"A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement"*. In *Classical Conditioning II: Current Theory and Research* Black & Prokasy (eds), p. 64-99. Appleton-Century.
- RESCORLA, R. (1967). *"Pavlovian conditioning and its proper control procedures"*. *Psychological Review*, 74, 71-80
- REYNA, V. (2012). *"A new institutionism: Meaning, memory, and development in Fuzzy-Trace Theory"*. *Judgment and Decision Making* 7 (3): 332–359.
- ROBERTS, H. (1967). *"Statistical Versus Clinical Prediction of the Stock Market"*. Unpublished manuscript, CRSP, University of Chicago.
- ROCHA, A. ROCHA, F. MASSAD, M. (2011) *"The brain as a distributed intelligent processing system"*. *Plos One*. 6(3): e17355.
- ROCHA, A. F. ROCHA, F. (2011) *"Neuroeconomia e o Processo Decisório"*, LTC., São Paulo.
- ROCHA, A. (2013) *"What we learn about global systemic risk with neurosciences"*. *Neuroeconomics eJournal Financial Crises eJournal* Vol 2, Issue 90, September 23, 2013
- ROCHA, A. MASSAD, E. & PEREIRA JR, A. (2004) *"The Brain: From Fuzzy Arithmetic to Quantum Computing"*, Springer Verlag, 2004.
- ROCHA, F. ROCHA, A. MASSAD, E. MENEZES, R. (2005) *"Brain mappings of the arithmetic processing in children and adults"*. *Cognitive Brain Res.* 22: 359-372.
- ROCHA, A. BURATTINI, M. ROCHA, F. MASSAD, E. (2009) *"A neuroeconomic modeling of attention deficit and hyperactivity disorder"*. *J. of Biological Systems*, 17: 597-621.
- _____ (2010) *"Neurodynamics of an election"*. *Brain Research*, 198-211.

- ROCHA, C. (2012) - <http://carlosfprocha.com/blogs/adm/archive/2012/04.aspx>
- ROHDE L. HALPERN, R. (2004) "*Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: atualização*". J Pediatr,80(2 suppl):S61-70.
- ROHDE, L. ET AL (1999). "*ADHD in a school sample of Brazilian adolescents: a study of prevalence, co-morbid conditions and impairments*". J Am Acad Child Adolesc Psychiatry, 6:716-22, 1999.
- _____ (2005). "*Attention-deficit/hyperactivity disorder in a diverse culture: do research and clinical findings support the notion of a cultural construct for the disorder?*" Biol Psychiatry,57:1436-41, 2005.
- ROLLS, E. (1999). "*The brain and emotion*". Oxford University Press.
- ROLLS, E. (1997). "*Consciousness in Neural Networks?*". Neural Netw 10 (7): 1227–40.
- ROY, A. (1952). "*Safety First and the Holding of Assets*". Econometrica pg.431 – 450.
- RUBINSTEIN, A. (1998). "*Modeling bounded rationality*", MIT Press.
- RYAN, R. DECI, E. (2000). "*Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions*". Contemporary Educational Psychology 25, 54-67.
- SAMUELSON, W. ZECKHAUSER, R. (1988) "*Status quo bias in decision making. Journal of Risk and Uncertainty*". Vol.1, pg- 7 - 59
- SANFEY, A RILLING., J. ARONSON, J. NYSTROM, L. COHEN, J. (2003). "*The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game*". Science 200,1755-175.
- SAVAGE, L. (1972) "*The Foundations of Statistics*", 2nd ed. New York: Dover.
- SCHACTER, D. GILBERT, D. WEGNER, D. (2011) "*Psychology*". 2nd ed, pages 364-366 New York, NY: Worth Publishers, 2011. Print.
- SCHACTER, D. (2009). "*Psychology*". Catherine Woods. p. 267. ISBN 978-1-4292-3719-2.
- SCHMIDT, R. WEISENDANGER, M. (1989). "Motor Systems". In Schmidt, Robert F.; Thews, Gerhard. Human Physiology. Translated by Marguerite A. Biederman-Thorson (Second, completely revised ed.). Berlin etc.: Springer-Verlag. ISBN 3-540-19432-0.
- SCHMIDT, R. (1989). "Behavior Memory (Learning by Conditioning)". In Schmidt, Robert F.; Thews, Gerhard. Human Physiology. Translated by

Marguerite A. Biederman-Thorson (Second, completely revised ed.). Berlin etc.: Springer-Verlag. ISBN 3-540-19432-0.

SCHNEIDER, T.D (2007) Information theory primer with an appendix on logarithms, National Cancer Institute.

SCHOENEMANN, P. BUDINGER, T. SARICH, V. WANG, W. (2005). "Brain size does not predict general cognitive ability within families". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97 (9): 4932–4937.

SCHUMPETER, J. (1985) *“Teoria do Desenvolvimento Econômico”* São Paulo, 1985: Nova Cultural.

SCHÜRMANN, T. GRASSBERGER, P. (1996) *“Entropy Estimation of Symbol Sequences”*, *Chaos*, Vol. 6, No. 3 414–427

_____ (2004) *“Bias Analysis in Entropy Estimation”* *J. Phys. A: Math. Gen.* 37 (2004) L295-L301.

SEYMOUR, B. MCCLURE, S. (2008) *“Anchors, scales and the relative coding of value in the brain”* *Current Opinion in Neurobiology* 2008, 18:173–178.

SHANNON, C. (1948). *“A Mathematical Theory of Communication”*. *Bell System Technical Journal* 27 (3): 379–423.

_____ (1951) *“Prediction and entropy”* *The Bell System Technical Journal*, 30:50–64, January 1951.

SHARPE, W. (1964) *“Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk”*. *Journal of Finance*, v.19, pg. 425 – 442.

SHEFRIN, H. (2002) *“Beyond greed and fear: understanding behavioral finance and the psychology of investing”*. Oxford USA Trade, 2002. p. 30-31, 120.

SHEFRIN, H. STATMAN, M. (1985) *“The disposition to sell winners too early and ride losers too long: theory and evidence”*. *Journal of Finance*, v. 40, n. 3, Dallas, Texas, 1985. p. 781, 778.

_____ (1994) *“Behavioral capital asset pricing model”*. *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, v,29, n.3, pg. 323 – 349.

SHETTLEWORTH, S. (2010) *“Cognition, Evolution, and Behavior”* Oxford Univ. Press

SHILLER, R. (2003) *“From efficient markets theory to behavioral finance”*. *Journal of Economic Perspectives*, v. 17, n. 1, 2003. p. 84.

- SHIMAMURA, A. P. (2000). *"The role of the prefrontal cortex in dynamic filtering"*. *Psychobiology* 28: 207–218.
- SILVA, R. SCHLOTTFELDT, C. ROZENBERG, M. SANTOS, M. LELÉ, A. (2007) *"Replicabilidade do modelo dos Cinco Grandes Fatores em medidas de personalidade"*. *Mosaico: Estudos em Psicologia*, 1:37-49
- SIMON, H. (1957). *"A Behavioral Model of Rational Choice"*, in *Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. New York: Wiley.
- _____ (1979) *"Rational Decision Making in Business Organization"* *American Economic Review*, 1979, V69.
- _____ (1990). *"A mechanism for social selection and successful altruism"*. *Science* 250 (4988): 1665-1668.
- SLOMAN S. (1996) *"The empirical case for two systems of reasoning"*. *Psychological Bulletin*, 119, 3-22.
- SLOVIC, P. FISCHOFF, B. LICHTENSTEIN, S. (1977) *"Behavioral Decision Theory"*, *Annual Review of Psychology*, p. 73
- SOBRAL, D. (2003) *"Motivação do aprendiz de medicina: uso da escala de motivação acadêmica"* *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 19:23-37
- SQUIRE, L. BLOOM, F. SPITZER, N., MCCONNELL, S. ROBERTS, J., ZIGMOND, M. (2008) *"Fundamental Neuroscience"* Academic Press; 3 edition.
- STERNBERG, R. (1988). *"Mental self-government: A theory of intellectual styles and their development"*. *Human Development*, 31, 197–224.
- _____ (1997). *Thinking styles*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. Leighton, J. (2004). *"The Nature of Reasoning"*. Cambridge University Press.
- STERNBERG, R. GRIGORENKO, E. (1995). *"Styles of thinking in the school"*. *European Journal for High Ability*, 6, 201–219.
- STRACK, F. DEUTSCH, R. (2004). *"Reflective and Impulsive Determinants of Social Behavior"*. *Personality and Social Psychology Review* 8 (3): 220–247.
- SUN, R. (1994). *"Integrating Rules and Connectionism for Robust Commonsense Reasoning"*. John Wiley and Sons, New York.
- _____ (2002). *"Duality of the Mind"*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- STANOVICH, K. WEST, R (2000). *"Individual difference in reasoning: implications for the rationality debate?"*. Behavioural and Brain Sciences 23: 645–726.
- STUPPLE, E. (2009). *"Negations In Syllogistic Reasoning: Evidence for a Heuristic– - analytic Conflict"*. The Quarterly Journal of Experimental Psychology 62 (8).
- THALER, R. (1993) *"Advances in Behavioral Finance"*. Russell Sage Foundation.
- _____ (2008) *"Mental Accounting Matters"*. in: Choices, Values and Frames. New York: Cambridge University Press, p. 241.
- THALER, R. MULLAINATHAN, S. (2000) *"Behavior Economics"*. NBER, WP 7948
- TOBIN, J. (1958) *"Liquidity preference as behavior towards risk"*. Review of Economic Studies, Vol. 25, 65–68.
- TOBLER, P. FLETCHER, C. BULLMORE, E. SCHULTZ, W. (2007). *"Learning-related human brain activations reflecting individual finances"*. Neuron 54,167–175.
- TOMB, I. HAUSER, M. DELDIN, P. CARAMAZZA, A. (2002). *"Do somatic markers mediate decisions on the gambling task?"* Nat. Neurosci. 5 (11): 1103–4
- TOOBY, C. COSMIDES, L. (1990). *"The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments"*. Ethology and Sociobiology 11 (4–5): 375–424.
- TRANIEL, D (1994). *"Acquired sociopathy: the development of sociopathic behavior following focal brain damage"*. Prog Exp Pers Psychopathol pg: 285–311.
- TSAY, R. (2005) *"Analysis of Financial Time Series"*. Wiley Series in Probability and Statistics
- TSUJII, T. WATANABE, S. (2009). *"Neural correlates of dual-task effect on belief-bias syllogistic reasoning: a near-infrared spectroscopy study"*. Brain Research 1287: 118–125.
- TURNER, J. (1996). *"The evolution of emotions in humans: A Darwinian-Durkheimian analysis"*. Journal for the Theory of Social Behavior 26: 1–33.

- TZOVARA, A. MURRAY, M. BOURDAUD, N. CHAVARRIAGA, R. MILLÁN J. DE LUCI, M. (2012). *"The timing of exploratory decision-making revealed by single-trial topographic EEG analyses"*. *NeuroImage* 60, 1959-1969.
- VALLERAND, R. PELLETIER, L. BLAIS, M. BRIERE, N. SENECA, C. VALLIERES, E. (1992). *"The Academic Motivation Scale: a measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education"*. *Educational and Psychological Measurement* 52, 1003-1017
- _____ (1993). *"On the assessment of intrinsic, extrinsic and motivation in education: evidence on the concurrent and construct validity of the Academic Motivation Scale"*. *Educational and Psychological Measurement* 53, 160-172.
- Van den Heuvel, D. Pasterkamp, R. (2008) *"Getting connected in the dopamine system"*. *Progress in Neurobiology* 85:75-93
- VIEITO, J., ROCHA, A. ROCHA, F. (2013) *"Brain Activity of the Investor's Stock Market Financial Decision"*. *J. J. Behav. Finance*. In press
- VOGELS, T., RAJAN, K. ABBOTT, L. (2005). *"Neural network dynamics"*. *Annu Rev Neurosci*, 28, 357-376
- VOLZ K. SCHUBOTZ, R. VON CRAMON, D. (2005). *"Variants of uncertainty in decision-making and their neural correlates"*. *Brain Res. Bull.* 67 (5): 403–12.
- Wada, J. (1949) *"A new method for the determination of the side of cerebral speech dominance. A preliminary report of the intra-carotid injection of sodium amytal in man"*. *Igaku to Seibutsugaki*, Tokyo, 14, 221–222.
- WALTON, D. (2006) *"Lógica informal: manual de argumentação crítica"*. São Paulo: Martins Fontes.
- WARDLE, M. GONZALEZ, R. BECHARA, A. MARTIN-THORMEYER, E. (2010). *"Iowa Gambling Task performance and emotional distress interact to predict risky sexual behavior in individuals with dual substance and HIV diagnoses"*. *J Clin Exp Neuropsychol* 32 (10): 1110–21.
- WEIDENFELD, A. OBERAUER, K. HORNIG, R. (2005). *"Causal and non causal conditionals: an integrated model of interpretation and reasoning"*. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 58A (8).
- WEINSTEIN, N. (1980) *"Unrealistic optimism about future life events"*. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 39, n. 5, 1980. p. 806.
- WILLIAMSON, O. (1981). *"The economies of organization: the transaction cost approach"*. *American Journal of Sociology* 87 (3): 548-577.

- WOOLDRIDGE, J. (2011) *"Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data"*. MIT Press; second edition
- YANG, Y. RAINE, A. (2009). *"Prefrontal structural and functional brain imaging findings in antisocial, violent, and psychopathic individuals: a meta-analysis"*. *Psychiatry Res* 174 (2): 81–8.
- YOSHINAGA, C. (2004) "Finanças comportamentais: uma introdução". <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/Finan%20E7as/FIN24_-_Finan%20E7as_Comportamentais.PDF>
- ZHANG, L. (1999). *"Further cross-cultural validation of the theory of mental self government"*. *The Journal of Psychology*, 133(2), 165–181.
- _____. (2002) *"Measuring thinking styles in addition to measuring personality traits?"* *Personality and Individual Differences* 33:445-458
- _____. (2004a). *"Contributions of thinking styles to critical thinking dispositions"*. *The Journal of Psychology*, 137(6), 517–544.
- _____. (2004b). *"Thinking styles: University students preferred teaching styles and their conceptions of effective teachers"*. *The Journal of Psychology*, 138(3), 233–252.
- _____. (2004c) *"Predicting cognitive development, intellectual styles, and personality traits from self-rated abilities"* *Learning and Individual Differences* 15:67 – 88
- _____. (2004d) *"Do university students' thinking styles matter in their preferred teaching approaches?"* *Personality and Individual Differences* 37:) 1551–1564
- _____. (2005) *"Validating the theory of mental self-government in a non-academic setting"*. *Personality and Individual Differences* 38:1915–1925
- ZHANG, L. STERNBERG, R. (2000). *"Are learning approaches and thinking styles related? A study in two Chinese populations"*. *The Journal of Psychology*, 134(5), 469–489.

10 Apêndice

(1) Questionários Big Five:

Escolha um valor entre o mínimo e o máximo para TODAS as opções abaixo:

1	2	3	4	5	6	7	
Quieto							Falante
1	2	3	4	5	6	7	
Receoso							Ousado
1	2	3	4	5	6	7	
Submisso							Inflexível
1	2	3	4	5	6	7	
Reprimido							Espontâneo
1	2	3	4	5	6	7	
Passivo							Ativo
1	2	3	4	5	6	7	
Reservado							Expressivo
1	2	3	4	5	6	7	
Apático							Ativo
1	2	3	4	5	6	7	
Indiferente							Entusiasmado
1	2	3	4	5	6	7	
Temeroso							Aventureiro
1	2	3	4	5	6	7	
Anti-Social							Sociável
1	2	3	4	5	6	7	
Frio							Caloroso
1	2	3	4	5	6	7	
Grosseiro							Gentil
1	2	3	4	5	6	7	
Egoísta							Altruista
1	2	3	4	5	6	7	

Rude								Polido	
1	2	3	4	5	6	7			
Desagradável								Agradável	
1	2	3	4	5	6	7			
Não Confiável								Confiável	
1	2	3	4	5	6	7			
Mesquinho								Generoso	
1	2	3	4	5	6	7			
Inflexível								Flexível	
1	2	3	4	5	6	7			
Injusto								Justo	
1	2	3	4	5	6	7			
Competitivo								Cooperativo	
1	2	3	4	5	6	7			
Desorganizado								Organizado	
1	2	3	4	5	6	7			
Irresponsável								Responsável	
1	2	3	4	5	6	7			
Não Confiável								Confiável	
1	2	3	4	5	6	7			
Negligente								Dedicado	
1	2	3	4	5	6	7			
Folgado								Trabalhador	
1	2	3	4	5	6	7			
Confuso								Prático	
1	2	3	4	5	6	7			
Perdulário								Econômico	
1	2	3	4	5	6	7			
Imprudente								Cauteloso	
1	2	3	4	5	6	7			
Frívolo								Sério	
1	2	3	4	5	6	7			
Descuidado								Observador	
1	2	3	4	5	6	7			

Agressivo

1 2 3 4 5 6 7

Calmo

Tenso

1 2 3 4 5 6 7

Relaxado

Nervoso

1 2 3 4 5 6 7

Tranquilo

Invejoso

1 2 3 4 5 6 7

Admirador

Instável

1 2 3 4 5 6 7

Estável

Descontente

1 2 3 4 5 6 7

Satisfeito

Inseguro

1 2 3 4 5 6 7

Seguro

Frio

1 2 3 4 5 6 7

Emotivo

Cheio de Culpa

1 2 3 4 5 6 7

Sem Culpa

Triste

Alegre

1 2 3 4 5 6 7

1 - Capacidade de Observação

1 2 3 4 5 6 7

2 - Capacidade de Análise

1 2 3 4 5 6 7

3 - Capacidade de Reflexão

1 2 3 4 5 6 7

4 - Curiosidade

1 2 3 4 5 6 7

5 - Imaginação

1 2 3 4 5 6 7

6 - Criatividade

1 2 3 4 5 6 7

7 - Cultura

1 2 3 4 5 6 7

8 - Refinamento

1 2 3 4 5 6 7

9 - Sofisticação

1 2 3 4 5 6 7

10 - Inteligência

(2) Questionário Vallerand

Avalie sua motivação para INVESTIR nos seguintes itens:

1 2 3 4 5 6 7

1 - Ganhar dinheiro.

1 2 3 4 5 6 7

2 - Descobrir novas coisas.

1 2 3 4 5 6 7

3 - Aumentar meu conhecimento financeiro.

1 2 3 4 5 6 7

4 - Aprender mais sobre o mercado.

1 2 3 4 5 6 7

Avalie sua motivação para AGIR nos seguintes itens:

1 2 3 4 5 6 7

1 - Testar sua capacidade na solução de problemas.

1 2 3 4 5 6 7

2 - Se superar em suas atividades.

1 2 3 4 5 6 7

3 - Resolver tarefas difíceis.

1 2 3 4 5 6 7

4 - Aumentar sua capacidade na solução de tarefas.

1 2 3 4 5 6 7

Avalie sua motivação para estar no MERCADO nos seguintes itens:

1 2 3 4 5 6 7

1 - Aumentar seu status financeiro.

1 2 3 4 5 6 7

2 - Fazer parte do mercado.

1 2 3 4 5 6 7

3 - Sua relação com outros profissionais.

1 2 3 4 5 6 7

4 - Ler sobre o mercado.

1 2 3 4 5 6 7

Avalie sua MOTIVAÇÃO nos seguintes itens:

1 2 3 4 5 6 7

1 - Fazer o melhor de si mesmo.

1 2 3 4 5 6 7

2 - Mostrar o seu sucesso.

1 2 3 4 5 6 7

3 - Mostrar sua inteligência.

1 2 3 4 5 6 7

4 - Provar que você pode ser bem sucedido.

1 2 3 4 5 6 7

Avalie sua MOTIVAÇÃO em:

1 2 3 4 5 6 7

1 - Querer ter uma atividade lucrativa.

1 2 3 4 5 6 7

2 - Ser conhecido no mercado.

1 2 3 4 5 6 7

3 - Ter uma vida boa.

1 2 3 4 5 6 7

4 - Ter um elevado status financeiro.

1 2 3 4 5 6 7

Avalie sua DESMOTIVAÇÃO em investir porque:

1 2 3 4 5 6 7

1 - Está perdendo dinheiro.

1 2 3 4 5 6 7

2 - Tem dúvidas em continuar investindo.

1 2 3 4 5 6 7

3 - Não sabe porque continua investindo.

1 2 3 4 5 6 7

4 - Não tem ideia do porque continuar investindo.