



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SOCIOECONÔMICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Anderson Dorow

**NEUROFINANÇAS: ASPECTOS NEURAI E
PSICOFISIOLÓGICOS DO EFEITO DISPOSIÇÃO**

FLORIANÓPOLIS
2015

Anderson Dorow

**NEUROFINANÇAS: ASPECTOS NEURAI E
PSICOFISIOLÓGICOS DO EFEITO DISPOSIÇÃO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Administração. Área de Concentração: Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Newton C. A. da Costa Jr.

FLORIANÓPOLIS
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca
Universitária da UFSC.

Dorow, Anderson

Neurofinanças : aspectos neurais e psicofisiológicos do
efeito disposição / Anderson Dorow ; orientador, Newton
Carneiro Affonso Da Costa Jr. ; coorientador, Emílio
Takase. - Florianópolis, SC, 2015.

275 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Sócio-Econômico. Programa de Pós-Graduação em
Administração.

Inclui referências

1. Administração. 2. Neurofinanças. 3. Finanças
comportamentais. 4. Teoria do prospecto. 5.
Psicofisiologia. I. Da Costa Jr., Newton Carneiro Affonso
. II. Takase, Emílio. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Administração. IV.
Título.

Anderson Dorow

NEUROFINANÇAS: ASPECTOS NEURAIIS E PSICOFISIOLÓGICOS DO EFEITO DISPOSIÇÃO

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do Grau de Doutor em Administração, na área de concentração em Finanças, do Curso de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina e aprovada, em sua forma final, em 14 de dezembro de 2015.

Prof. Dr. Marcus Vinicius Andrade de Lima
Coordenador do Curso

**Apresentada à Comissão Examinadora composta pelos
professores:**

Prof. Dr. Newton C. A. da Costa Jr. (orientador) –
PPGA/UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. José Alonso Borba – PPGA/UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Emílio Takase (co-orientador) PPGEF/UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Dra. Márcia Terezinha Longen Zindel – PPGA/UNB
Universidade de Brasília – UNB

Prof^ª. Dra. Rosilene Marcon – PPGA/UNIVALI
Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

Prof. Dr. Eraldo Sergio Barbosa da Silva – PPGEKO/UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Newton Carneiro Affonso da Costa Jr. pela orientação sem par, vital, imperiosa e indeclinável na construção desta tese; pela amizade verdadeira que me honra e orgulha de maneira singular.

Aos mestres, meu intérimo respeito e admiração, de modo singular e especial ao professor e co-orientador Dr. Emílio Takase. Aos professores Doutores membros da banca examinadora: Professora Rosilene Marcon, Professor José Alonso Borba, Professora Márcia T. Longen Zindel e Professor Eraldo Sérgio Barbosa da Silva, pelas contribuições e pela disponibilidade.

Aos acadêmicos que integraram este estudo e, por esse motivo, contribuíram para a consecução da simulação computacional de investimentos financeiros em ambiente controlado de laboratório. Em especial aos amigos Hiago Melo e Marco Antônio de Oliveira Veira Goulart.

Ao amigo e Professor MSc. Diego Schmaedech Martins pela estruturação e sistematização do software *Investor*. E, de maneira singular e distintiva, ao amigo pessoal Wladimir Ribeiro Prates por sua sem par gentileza, críticas inteligentes e determinantes contribuições.

A minha incomparável e insubstituível esposa Geresa, pelo apoio e carinho incondicionais nos momentos de ausência do lar e das horas roubadas de seu convívio, ao longo da caminhada desta jornada e estudo doutorais.

Aos meus pais, Ademar e Sueli, aos meus avós e, de maneira particular, ao meu irmão Alexander, pelo crucial apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina pela viabilidade institucional e oportunidades oferecidas.

Aos essenciais e numerosos amigos que de algum modo, ainda que silencioso e único, ou mesmo em um momento único, apoiaram e contribuíram para a corporificação deste trabalho doutoral.

A minhas razões de ser e existir, meus filhos Ana Luísa e Miguel, pela compreensão das horas roubadas de seus convívios e silenciosos apoios.

Por fim, a Deus, que tornou essa caminhada acadêmica uma estrada longa de um sonho que agora tornou-se Real! A Ele que também, ainda que eu vivesse milhares de anos, não teria tempo hábil para retribuir a sua companhia inseparável!

“A admiração é filha da ignorância, porque ninguém se admira senão das coisas que ignora, principalmente se são grandes; e mãe da ciência, porque admirados os homens das coisas que ignoram, inquirem e investigam as causas delas até as alcançar, e isto é o que se chama de ciência.”

António Vieira

RESUMO

DOROW, Anderson. **Neurofinanças: aspectos neurais e psicofisiológicos do efeito disposição**. 275 f. Tese (Doutorado em Administração) – Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

Orientador: Newton C. A. da Costa Jr.

Defesa: 14/12/2015

Dados neurais e psicofisiológicos recolhidos a partir de decisões de investidores individuais são usados nesta tese para abordar o viés comportamental conhecido como efeito disposição, que é a tendência a se livrar de ações com retornos positivos em uma carteira e manter por mais tempo ações com menor desempenho. O efeito disposição, tanto por sujeito como resultado da soma de todas as transações dos sujeitos, é avaliado por meio do indicador sugerido por Odean (1998) e Kaustia. Encontramos que investidores inexperientes são mais propensos a mostrar o efeito do que os profissionais, um resultado em linha com a literatura. Além disso, buscou-se avaliar os correlatos psicofisiológicos e neurais do efeito disposição, considerando a frequência cardíaca e ondas elétricas cerebrais beta. Os investidores com aversão à perda aumentada mostram menor frequência cardíaca e maior ativação elétrica das ondas beta.

Palavras-chave: efeito disposição, neurofinanças, ondas cerebrais elétricas beta, psicofisiologia.

ABSTRACT

DOROW, Anderson. **Neurofinance: Neural and psychophysiological aspects of the disposition effect.** 275 f. Thesis (PhD in Business Administration) – Graduate Program in Business Administration, Federal University of Santa Catarina, Florianopolis, Brazil 2015.

Supervisor: Newton C. A. da Costa Jr.

Date: December, 14 2015

Neural and psychophysiological data gathered from individual-investor decisions are used in this thesis to approach the behavioral bias known as the disposition effect – to get rid of stocks with positive returns in a portfolio and to hold for longer those stocks with lower performance. The disposition effect both per subject and as a result of the sum of all subjects' transactions is evaluated using the gauge suggested by Odean (1998) and Kaustia (2010). We find the inexperienced investors are more likely than the professionals to show the effect, a result in line with the literature. Moreover, we gauge the psychophysiological and neural correlates of the disposition effect considering heart rate and beta electrical brain waves. Investors with enhanced loss aversion show lower heart rate and higher electric activation of the beta waves.

Keywords: disposition effect, neurofinance, beta electrical brain waves, psychophysiology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Função valor hipotética da <i>Prospect Theory</i>	47
Figura 2 – Representação gráfica do efeito disposição baseado na <i>Prospect Theory</i>	51
Figura 3 – Computações cognitivas básicas envolvidas na tomada de decisão.....	63
Figura 4 – Decisões simples baseadas em valor: avaliação de utilidades (u).....	65
Figura 5 – Base neural da tomada de decisão entre duas alternativas. ..	66
Figura 6 – O cérebro humano (polo frontal esquerdo) com algumas áreas economicamente relevantes destacadas.	77
Figura 7 – Aparelhos: <i>ProComp+Infiniti</i> com os componentes desconectados e <i>Polar S810i</i>	81
Figura 8 – Posições dos eletrodos no escalpe humano para aquisição do eletroencefalograma – EEG – de acordo com o Sistema Internacional de Posicionamento 10-20 e Posições: <i>F3;F4;Cz;A1 e A2</i>	83
Figura 9 – Formato das ondas cerebrais e registros eletroencefalográficos obtidos em paciente normal.	88
Figura 10 – Padrões do ritmo cardíaco quando afetado por emoções negativas/positivas e representativos de diferentes estados emocionais do ser humano.	97
Figura 11 – Eletrocardiograma representando dois batimentos cardíacos sucessivos e a forma eletrofisiológica de uma onda durante uma batida do coração.....	101
Figura 12 – Diferentes tipos de telas do Investor.	109
Figura 13 – Posição para o registro dos dados neurofisiológicos, fisiológicos e efeito disposição.....	118
Figura 14 – Medidas de performance relativas a EEG e ED apresentado por investidores profissionais e indivíduos sem experiência prévia.....	144

Figura 15 – Neurofeedback: medidas preditivas e indicadores de desempenho cognitivo e de tomada de decisão financeira de curto prazo em nível individual.....	156
Figura 16 – Gráficos para Correlações de Pearson.....	160
Figura 17 – Ilustração descritiva inferencial para os efeitos de diferença da relação antissimétrica linear, binária (2-área), entre diferentes investidores individuais.....	161
Figura 18 – Ilustração da Curva Convexa para a Função Utilidade.....	207

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Alguns dos principais trabalhos empíricos sobre o efeito disposição.....	67
Quadro 2 – Neurofinanças: uma síntese dos primeiros trabalhos e o atual nível de conhecimento no campo – <i>state of art</i>	73
Quadro 3 – Resumo dos Objetivos Geral e Específicos e Resultados.....	223
Quadro 4 – Resumo dos Testes de Hipóteses e Resultados.....	226

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Técnicas de Neuroimagem – Neurofinanças e Neuroeconomia.....	80
Tabela 2 – Associações entre ondas cerebrais, faixas de frequência e comportamento humano.....	87
Tabela 3 – Métodos e Índices de Análise da VFC.....	100
Tabela 4 – Probabilidades de variação dos preços das ações.....	114
Tabela 5 – Probabilidades de mudar de estado.....	115
Tabela 6 – Constructos e indicadores utilizados para coleta de dados e aplicabilidade de testes.....	129
Tabela 7 – Estatísticas Descritivas – simulação.....	150
Tabela 8 – Efeito Disposição em nível individual.....	152
Tabela 9 – Efeito Disposição individual e Heart Rate – baseline.....	152
Tabela 10 – Efeito Disposição individual e Heart Rate – simulação.....	152
Tabela 11– Estatísticas Descritivas – medidas de tendência central e variabilidade.....	153
Tabela 12– Estatísticas Descritivas – medidas de tendência central e variabilidade.....	154
Tabela 13– Efeito Disposição Individual e Brain Waves – simulação #.....	157
Tabela 14– Matriz de correlação para as covariáveis do modelo. Correlações por <i>Pearson</i> e por <i>Spearman</i>	165
Tabela 15– Regressões logísticas com dados em Painel para a propensão a vender – (<i>logit/multilevel generalized linear models</i>).....	175
Tabela 16– <i>Multilevel Generalized Linear Models – logit (GLM)</i> para a propensão a vender um ativo – Modelo Ajustado.....	178

Tabela 17 – Estatísticas Descritivas dos Coeficientes de Efeito Disposição (CDs) em nível Agregado.....	183
Tabela 18 – Experiência e Reversão à Média (<i>Mean- Reversion</i>).....	187
Tabela 19 – Modelo de Regressão Logística.....	191
Tabela 20 – Modelo de Regressão Logística	194

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

bpm : \Leftrightarrow Batimentos por minuto

CVM : \Leftrightarrow Comissão de Valores Mobiliários

EBS *Electrical Brain Stimulation* : \Leftrightarrow Estimulação Elétrica do Cérebro

EEG : \Leftrightarrow Eletroencefalografia

fMRI : \Leftrightarrow Ressonância magnética funcional (*Functional magnetic resonance imaging or functional MRI*)

HF : \Leftrightarrow Frequência Alta (*High Frequency*)

HR : \Leftrightarrow Frequência Cardíaca (*Heart Rate*)

HRV : \Leftrightarrow Variabilidade da Frequência Cardíaca (*Heart Rate Variability*)

ms : \Leftrightarrow Milissegundos

NAcc : \Leftrightarrow Núcleo Accumbens

LF : \Leftrightarrow Frequência Baixa (*Low Frequency*)

VLF : \Leftrightarrow Frequência Muito Baixa (*Very Low Frequency*)

PMC : \Leftrightarrow Preço Médio de Compra

R-R : \Leftrightarrow Intervalo de tempo, expresso usualmente em milissegundos, entre as ondas “R” da atividade elétrica do coração. A assinatura energética “R” do complexo QRS (presente em cada batimento cardíaco) refere-se a um pico de energia superior aos demais. Por essa razão, esse indicador de variabilidade cardíaca pode ser utilizado como referencial para a mensuração do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos.

SDNN : \Leftrightarrow Desvio-Padrão dos Intervalos Normais RR para um determinado período de tempo (Standard Deviation of NN Intervals), unidade de medida em *ms*; aponta a atividade parassimpática.

RMSSD : \Leftrightarrow Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos, unidade de medida em *ms*.

SNA : \Leftrightarrow Sistema Nervoso Autônomo

SNC : \Leftrightarrow Sistema Nervoso Central

TP : \Leftrightarrow Teoria do Prospecto (*Prospect Theory*)

TUE : \Leftrightarrow Teoria da Utilidade Esperada

\ln_i : \Leftrightarrow logaritmo natural da variável *i*

[# “*Octothorpe*”] : \Leftrightarrow termo de abreviatura e símbolo matemático-tipográfico para designar/expressar a soma arbitrária de uma série, finita, de números ou termos de ocorrências/observações.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	25
1.1 TEMA DA PESQUISA.....	32
1.2 PROBLEMA.....	35
1.3 PERGUNTAS DE PESQUISA.....	36
1.4 OBJETIVOS.....	39
1.4.1 Geral.....	39
1.4.2 Específicos.....	39
1.5 JUSTIFICATIVA.....	40
1.6 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	43
1.7 ESTRUTURA DA TESE.....	44
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	45
2.1 AS FINANÇAS COMPORTAMENTAIS E A TEORIA DO PROSPECTO.....	45
2.1.1 O efeito disposição.....	49
2.2 AS NEUROFINANÇAS E A NEUROECONOMIA.....	72
2.2.1 As bases neurofisiológicas: o cérebro humano.....	77
2.2.1.1 As ondas cerebrais e a eletroencefalografia (EEG).....	82
2.2.2 As bases fisiológicas, psicofisiológicas e o <i>biofeedback</i>	91
2.2.2.1 As bases psicofisiológicas (emoções).....	95
3 MÉTODO E DESIGN DA PESQUISA.....	105
3.1 DESIGN DA PESQUISA.....	105
3.1.1 Modelando o experimento.....	106
3.1.2 Apresentação do modelo de simulação de investimentos: <i>Investor</i>	106
3.1.3 O <i>modus operandi</i> do sistema <i>Investor</i>	108
3.1.4 Critérios para definição do lucro e premiação finais.....	116
3.2 A SIMULAÇÃO.....	117
3.2.1 Apresentação da simulação.....	118
3.2.2 O caso.....	121
3.3 SUJEITOS DA PESQUISA E AMOSTRA.....	122
3.4 COLETA DE DADOS.....	127

3.5 INVESTIGAÇÃO DO EFEITO DISPOSIÇÃO, CONSTRUÇÃO DAS HIPÓTESES E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	130
3.5.1 Investigando o efeito disposição.....	130
3.5.2 Procedimentos para análise bioestatística.....	135
3.5.3 Descrição dos modelos econométricos.....	137
3.6 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE.....	142
4 A ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	145
4.1 Estatísticas descritivas.....	146
4.2 Sujeitos.....	146
4.3 PRIMEIRO ENSAIO.....	148
4.4 SEGUNDO ENSAIO.....	162
4.4.1 Análise Bioestatística.....	163
4.4.2 Descrição dos modelos econométricos.....	200
4.5 TERCEIRO ENSAIO.....	208
4.5.1 Teste da Predição Comportamental: viés de reversão à média (<i>mean-reversion hypothesis</i>).....	213
4.6 AVALIANDO OS RESULTADOS.....	216
4.6.1 Parâmetros de fidelidade.....	216
4.6.2 O coeficiente de confiabilidade.....	216
4.6.3 Precisão interlaboratorial.....	217
4.6.4 Repetibilidade.....	217
4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	217
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	219
5.1 RESPONDENDO ÀS QUESTÕES CENTRAIS.....	219
5.2 O VIÉS COGNITIVO: EFEITO DISPOSIÇÃO.....	231
5.3 RECOMENDAÇÕES.....	232
REFERÊNCIAS.....	235
Apêndice 1.....	269
Apêndice 2.....	272
Anexo 1.....	274
Anexo 2.....	276

1 INTRODUÇÃO

O sistema de controle do corpo humano encontra-se no cérebro. É também nele que, sob alguma influência das emoções, os agentes econômicos tomam decisões financeiras¹ (KNUTSON et al., 2007; SAN MARTÍN et al., 2013; ZHANG et al., 2014). Por natureza e definição, neste trabalho, o termo “decisão” deve ser compreendido como o processo “atos mentais que ocorrem no cérebro e dependem da cognição, das emoções, dos instintos primitivos, dos impulsos neurais e dos afetos de um indivíduo, em um contexto social e cultural específico, e em função das características evolutivas e adaptativas das capacidades e disposições biológicas dos seres humanos.” Logo, o comportamento decisório do ser humano resulta diretamente dos seus estados mentais em situações específicas. (MACEDO JR., 2003; 2014)

A busca por uma melhor compreensão e um maior entendimento sobre os vieses cognitivos e fatores psiconeurofisiológicos que determinam e influenciam o comportamento humano no processo de tomada de decisão, bem como pela maneira como os agentes econômicos reagem às imprevisibilidades cotidianas, não é recente. O modo como os seres humanos tomam decisões econômico-financeiras de curto prazo diante de situações arriscadas e os fatores subjetivos que determinam e tendem a influenciar o processo decisório do investidor individual têm intrigado pesquisadores de diversas áreas de conhecimento.

Até o fim da década de 1930, a irracionalidade dos agentes econômicos e o uso de abordagens da psicologia apareciam de modo implícito nas teorias de economistas tais como Irvin Fischer, Adam Smith e John Maynard Keynes. (MACEDO Jr., 2003; 2014)

Nas décadas de 1940 e 1950, pesquisas teórico-empíricas sobre as inconsistências do comportamento humano ganharam evidência. Os argumentos teórico-empíricos defendidos pelos economistas neoclássicos sobre o conceito da *racionalidade perfeita* do tomador de decisão, pressuposto axiomático basilar na Teoria da Utilidade Esperada (TUE), assim como a conceituação da *maximização da utilidade*, formulada pelo criacionismo, fortaleceram-se significativamente com o

¹ Na presente pesquisa, assim como em Zak (2004, p. 1737), os termos decisões *financeiras* ou *econômicas* devem ser interpretados como qualquer processo de tomada de decisão humana feito por meio da avaliação de alternativas.

trabalho derivado da Teoria da Utilidade, estruturada seminalmente pelo matemático holandês Daniel Bernoulli em 1738, de von Neuman e Morgenstern (1944), intitulado *Theory of games and economic behaviour*. No artigo de 1944, von Neuman e Morgenstern abordaram aspectos da Teoria dos Jogos e investigaram a relação entre o *homo economicus* racional e o processo de tomada de decisão, em relação às estratégias racionais. (MACEDO Jr., 2003; 2014)

Zindel (2008) explica que von Neuman e Oscar Morgenstern seguem o modelo clássico de racionalidade e também que esse modelo pressupõe a preponderância da medição (razão) sobre a intuição (EDWARDS, 1962; ZINDEL, 2008).

No fim da década de 1950 e durante toda a década de 1960, os estudos sobre a racionalidade humana no processo de tomada de decisão nos mercados financeiros foram ampliados. Quatro pilares científicos que abrangem um conjunto de teorias e modelos matemáticos financeiros formam a base da Teoria Moderna das Finanças: a Moderna Teoria de Portfólios (MARKOWITZ, 1952), a Teoria de Irrelevância dos Dividendos (MILLER; MODDIGLIANI, 1961), o Modelo de Apreçamento de Ativos de Capital (CAPM) (TREYNOR, 1962²; SHARPE, 1963, 1964; LINTNER, 1965; MOSSIN, 1965) e a Teoria ou Hipótese dos Mercados Eficientes (FAMA, 1970, 1991, 1998; HIRSHLEIFER, 2001).

Todavia, não demorou muito para o conceito da racionalidade plena ou perfeita em decisões humanas começar a ser questionado. Ainda na década de 1950, Allais (1953), Savage (1954), Edwards (1954, 1962) e Simon (1957) contestaram o axioma da racionalidade plena³ (BLOOMFIELD, 2010).

Simon (1957; 1991) defendeu a ideia de que o *homo economicus* tem dificuldades em considerar e avaliar todas as informações possíveis e tomar decisões de acordo com preferências bem definidas. Parece haver uma limitação relativa ao homem quanto à sua capacidade de obter a solução racional ou ótima em suas decisões: “o comportamento humano é intencionalmente racional, mas limita-se somente a isso”⁴, arguiu o autor, que completou: “os humanos

² Artigo não publicado: TREYNOR, J. “Toward a theory of market value of risk assets”, 1962.

³ Para uma maior revisão e obtenção de definições alternativas para o termo, sugere-se: HIRSHLEIFER, 2001.

⁴ Tradução livre do original: “The human behaviour is ‘intendedly’ rational, but only ‘limitedly’ so.” (SIMON, 1957, p. 24).

frequentemente agem e tomam decisões sob condições de racionalidade limitada” (SCHLICHT, 1990; SIMON, 1991; MACEDO JR., 2003; GÜTH, 2010).

Outros trabalhos, como os de Simon (1957), Slovic (1972), Tversky e Kahneman (1974), Kahneman e Tversky (1979) e Thaler (1980), também discutiram as limitações e o axioma da racionalidade plena nas decisões humanas. Com base na psicologia e por meio de pesquisas experimentais que continham questões probabilísticas, esses autores demonstraram que por vezes as pessoas violam os axiomas da Teoria da Utilidade Esperada (TUE) quando tomam decisões financeiras. É essa nova visão sobre o comportamento humano que dá origem às finanças comportamentais.

Daniel Kahneman e Amós Tversky⁵ (1974, 1979, 1982), juntamente com Paul Slovic (1972), apresentaram os trabalhos seminais que deram suporte ao aparecimento das Finanças Comportamentais. Tversky e Kahneman (1974, 1979), assim como Thaler (1980, 1999), demonstraram que as pessoas nem sempre agem de modo racional quando tomam decisões de investimentos em condição de risco⁶. Para eles, as decisões humanas são inconsistentes com os pressupostos da TUE e não reproduzem o comportamento racional prescrito pelos modelos normativos de decisão (RABIN, 2000; DODONOVA; KHOROSHILOV, 2006).

Atualmente, parece não haver consenso entre os estudiosos de finanças e de economia comportamental sobre como os humanos sentem, emocionalmente, os ganhos e as perdas em decisões financeiras. (RICK, 2011, p. 453).

Kahneman e Tversky (1974) identificaram duas fases cognitivas que interferem no processo decisório. A *Prospect Theory* distingue essas duas fases: uma fase inicial para editar e uma fase subsequente para avaliar. Na primeira fase ocorre uma análise preliminar das probabilidades oferecidas. Na segunda fase, as probabilidades editadas são avaliadas e a que possuir o valor mais alto é escolhida. Dessa maneira, a utilização das duas fases cognitivas e psicológicas na busca

⁵ Amós Tversky, coautor da Teoria do Prospecto (ou Teoria da Perspectiva), morreu em 1996. Daniel Kahneman e Vernon Smith foram agraciados com o Prêmio Nobel de Economia em 2002, uma vez que o Prêmio Nobel não é concedido postumamente.

⁶ Decisões arriscadas são problemas simples com probabilidade de ganhos e perdas que podem implicar um resultado adverso ao esperado pelo tomador de decisão. (SIMON, 1957,1991; MACEDO JR., 2003; GÜTH, 2010).

pela melhor alternativa algumas vezes leva os seres humanos a cometer erros sistemáticos de decisão. Os vieses de julgamentos em tomadas de decisão recebem o nome de ilusão cognitiva, que é “a tendência humana a cometer erros sistemáticos em um processo decisório ou de avaliação” (KAHNEMAN; SLOVIC; TVERSKY, 1982; KAHNEMAN et al., 1998; MACEDO JÚNIOR, 2003; ZINDEL, 2008).

O estudo de Shrefrin e Statman (1985) está estreitamente relacionado com os pressupostos da *Prospect Theory* e com a aversão das pessoas em realizar perdas. Nesse trabalho, os autores evidenciaram pela primeira vez o conceito do viés cognitivo efeito disposição, que é a tendência de as pessoas manterem por muito tempo ações com desempenho baixo (negativo) e a vender rapidamente aquelas que possuem desempenho positivo (HARTZMARK; SOLOMON, 2012). Essa anomalia, ou efeito (viés) psicológico, tende a afetar e influenciar frequentemente os agentes econômicos, o que gera vieses cognitivos sistemáticos no processo de tomada de decisão. Cabe ressaltar que o efeito disposição é largamente estudado por autores conceituados das áreas de Economia e Finanças, a saber, Odean (1998); Weber e Camerer (1998); Grinblatt e Keloharju (2001); Camerer (2003, 2008); Bossaerts (2001, 2009); Kaustia (2010a); Barberis e Xiong (2009, 2012); Frydman et al. (2014).

Quando influenciados pelo efeito disposição, os tomadores de decisão avaliam ganhos e perdas a partir do ponto de referência (preço inicial ou preço de compra da ação) que ele possui em relação ao preço de venda do ativo financeiro (SHREFRIN; STATMAN, 1985; ODEAN, 1998; KAUSTIA, 2010a,b; PRATES; DA COSTA JÚNIOR; DOROW, 2015).

A ilusão cognitiva denominada efeito disposição é um dos vieses comportamentais mais estudados nas áreas de Economia e Finanças (HARTZMARK; SOLOMON, 2012). Shefrin e Statman (1985, p. 778) cunharam o conceito desse fenômeno e explicaram que o *efeito disposição* é a tendência (disposição) dos indivíduos (investidores) em vender rapidamente ativos ganhadores e/ou manter ativos perdedores por um longo período. A relevância e a evolução científica acerca dessa ilusão cognitiva no campo das finanças comportamentais podem ser observadas por meio de alguns estudos posteriores ao de Hersh Shefrine Meir Statman (1985), quais sejam: Lakonishok e Smidt (1986); Andreassen (1988); Ferris, Haugen e Makhija (1988); Lakonishok et al. (1994); Odean (1998); Weber e Camerer (1998); Genesove e Mayer (2001); Grinblatt e Keloharju (2001); Shapira e Venezia (2001); Lo e Repin (2002); Camerer (2003);

Feng e Seasholes (2005); Frazzini (2006); Dhar e Zhu (2006); Da Costa Jr., Mineto e Da Silva (2008); Kaustia (2010a); Andrade et al.(2013); Barberis e Xiong (2009, 2012); Frydman et al.(2014); Brooks et al., (2012); e Goulart et al.(2013).

Convém notar que a principal teoria econômica comportamental utilizada nas duas últimas décadas como referencial e base teórica para explicar a ocorrência do fenômeno *disposition effect*, entre outras anomalias observadas empiricamente no mercado financeiro real – “*happenstance/field data*” (GRINBLATT; KELOHARJU, 2009) – e em ambientes artificiais controlados (“*laboratory data*”) foi a *Prospect Theory* (EDWARDS, 2012; TVERSKY; KAHNEMAN, 1974, 1979; ODEAN, 1998; GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; HARRISON; LIST, 2004; FENG; SEASHOLES, 2005; EDWARDS, 2012). Assim, indivíduos mais propensos a ter aversão à perda tendem a apresentar o efeito disposição no processo de tomada de decisão. O efeito disposição é uma consequência do viés cognitivo da aversão à perda e ambos estão diretamente ligados aos estados mentais dos indivíduos.

Diante do exposto, observa-se que a influência de vieses e ilusões cognitivas no processo decisório é relevante em estudos econômico-financeiros no que concerne ao modo como os seres humanos, principalmente os agentes econômicos, tomam decisões.

Nesse sentido, abre-se um parêntese para uma importante questão a ser respondida: será que é possível isolar ou anular as emoções durante a tomada de decisão? O processo decisório humano parece ser simultaneamente influenciado tanto pela razão quanto pelas emoções. Temporariamente, o desafio parece ser descobrir o que causa ou origina as ilusões cognitivas nos seres humanos e como minimizar a influência das emoções no processo decisório, melhorando, assim, o retorno percentual absoluto e os resultados finais das decisões econômicas e financeiras particulares.

A partir de 1980, as tentativas de entender e descrever, em termos comportamentais, o modo como os humanos tomam decisões sofreram modificações. Pesquisadores das áreas de Finanças, Economia, Psicologia e Neurociências Cognitivas⁷ iniciaram estudos sobre as estruturas cognitivas e as causalidades dos vieses e ilusões cognitivas que afetam o ser humano quando tomam decisões (LO; REPIN, 2002; ZAC, 2004; FEHR; FISCHBACHER; KOSFELD, 2005; BARBER et

⁷ Cf. SHIV, B. et al. Decision neuroscience. **Marketing Letters**, v. 16, n. 3, p. 375-386, 2005.

al., 2007; GLIMCHER et al., 2008; SAPRA; ZAK, 2008; BARBERIS; XIONG, 2009; FRYDMAN et al., 2014). Esses e outros autores aproximaram técnicas, métodos e teorias da Neurociência às Finanças e à Economia (TSENG, 2006) com o objetivo de desenvolver novos modelos que permitissem prescrever – ou melhor, descrever – o processo de tomada de decisão e o comportamento humano.

Para Tseng (2006, p. 13), a diferença básica entre as Finanças Comportamentais e as Neurofinanças é que as primeiras investigam como as pessoas agem e interagem no processo de tomada de decisões financeiras, interpretando e descrevendo as decisões com base em teorias e conceitos psicológicos estabelecidos. A segunda, por sua vez, busca explicar, por meio de observações do cérebro humano em tempo real, *por que* e *como* surgem ou ocorrem as inconsistências (violações) de comportamento dos agentes econômicos em relação aos axiomas da TUE. Ademais, procuram identificar as estruturas cerebrais envolvidas no processo de tomada de decisão de investimento de curto prazo para, a partir disso, tentar fornecer melhores explicações do real comportamento humano no mercado financeiro e de capitais (TSENG, 2006; SAHI, 2012).

Os estudos em Neurofinanças procuram, entre outras finalidades, responder a questões como: o que acontece no cérebro humano quando ocorre uma decisão? Como ocorre o processo decisório humano? Quais estruturas neurofisiológicas e fisiológicas são acionadas no momento em que acontece a decisão? Existe relação estatisticamente significativa entre elas? Quais as consequências das decisões humanas quando influenciadas por heurísticas⁸, vieses e ilusões cognitivas? E ainda: é possível educar neurologicamente e fisiologicamente os seres humanos para melhorar a tomada de decisão?

Desse modo, pesquisar e monitorar o cérebro humano em funcionamento parece ser uma condição essencial. Da união de métodos, teorias e técnicas científicas das neurociências à Economia, às Finanças e à Psicologia, nasceram as Neurofinanças e a Neuroeconomia (ZAK, 2004; CAMERER, 2008a; SAHI, 2012).

No entendimento de Vasile e Sebastian (2010, p. 723), Neurofinanças são “[...] a união interdisciplinar da psicologia, neurologia e finanças para tentar entender o comportamento humano examinando os processos fisiológicos do cérebro quando exposto ao

⁸Hirshleifer (2002, p.1540) argumenta que, quando aplicadas a problemas apropriados, as *heurísticas* são eficazes.

risco financeiro.” As Neurofinanças podem ajudar tanto as pessoas sem experiência prévia no mercado financeiro e de capitais quanto os investidores individuais a desenvolver e definir determinadas estratégias cognitivas e de comportamento, particulares, mais adequadas e calibradas, que tendam a minimizar o impacto e diminuir a influência das emoções e ilusões cognitivas no processo de escolha (TSENG, 2006; VASILE; SEBASTIAN, 2010; SAHI, 2012).

Não distante do conceito e objetivos das Neurofinanças, a Neuroeconomia, segundo Sapra e Zak (2008, p.5), é “[...] essencialmente a junção dos campos da psicologia comportamental, neurologia e economia.” A Neuroeconomia, assim como as Neurofinanças, é um “campo emergente, interdisciplinar, que utiliza métodos e técnicas de mensuração neurocientíficas para identificar os substratos neurais associados com as decisões econômicas.”

As Neurofinanças e a Neuroeconomia tentam construir uma ponte entre a racionalidade plena e a racionalidade limitada, pesquisando e mostrando quais regiões do cérebro são mais ativas durante a tomada de decisão humana. Sapra e Zak (2008, p. 4) esclarecem que “estamos aprendendo o que antes era considerado ‘*irracional*’ agora é simplesmente ‘*humano*’.”

A Neurociência Cognitiva procura ensinar e mostrar que “[...] estruturas cerebrais específicas são responsáveis por diversos aspectos do comportamento humano e que a interação entre regiões do cérebro ditam nosso comportamento e nossas decisões na avaliação de preços”. Sapra e Zak (2008, p. 5) consideram ainda que as “[...] regiões pré-frontais do cérebro têm a capacidade de suprimir nossos instintos mais reptilianos.”

Convém destacar que os trabalhos em Neurofinanças e Neuroeconomia ainda se encontram em estágio embrionário (SAPRA; ZAK, 2008). Todavia, diversas pesquisas têm sido realizadas nesses campos neurocientíficos e também em áreas correlatas e que serão abordadas no capítulo de revisão da literatura. Em Neuroeconomia e Neurofinanças, Tseng (2006) investigou a interação entre características fisiológicas, resultado financeiro e comportamento humano; Frydman et al. (2014) examinaram a relação entre a atividade neural cortical e o efeito disposição; Sahi (2012) analisou o comportamento do investidor individual e as Neurofinanças; Mandelkew et al. (2007) exploraram as relações entre ondas cerebrais, coração e tomada de decisão; e Knutson et al. (2007), San Martín et al. (2013), Zhang et al. (2014) investigaram a relação entre a atividade cerebral cortical e a tomada de decisão

utilizando medidas de EEG ou Ressonância Magnética Funcional (fMRI).

É nesse contexto científico, portanto, que a presente pesquisa se insere e procura examinar as relações entre aspectos psicológicos (razão/emoção), neurofisiológicos (ondas cerebrais) e fisiológicos (VFC) como fatores determinantes para o surgimento do *efeito disposição* em decisões econômicas. Ademais, verifica a possibilidade de essas variáveis, quando inter-relacionadas, ajudarem a explicar uma possível origem do fenômeno efeito disposição e de estarem correlacionadas com os resultados financeiros (retorno percentual absoluto final) e o desempenho econômico do investidor individual no mercado financeiro e de capitais (perdas e ganhos monetários).

Contudo, convém destacar que em vista do contexto apresentado, para introduzir e caracterizar definitivamente este trabalho na literatura econômico-financeira, o termo *neurofinanças* será utilizado como objeto (tema) e campo teórico de estudos.

1.1 TEMA DA PESQUISA

Constituem o tema deste trabalho o efeito disposição, a variabilidade da frequência cardíaca – VFC (fisiologia) –, as atividades elétricas cerebrais – ondas cerebrais *alfa* e *beta*⁹ (neurofisiologia) – e a tomada de decisão.

Hastie (2001) argumenta que as decisões financeiras estão constantemente presentes no cotidiano das pessoas. Elas podem apresentar diferentes graus de risco quanto à avaliação das probabilidades intrínsecas em cada opção de escolha e quanto ao resultado final. Podem também ser influenciadas tanto por fatores humanos internos quanto por variáveis externas (GLIMCHER; RUSTICHINI, 2004). Segundo Kahneman (2003), no âmbito interno os seres humanos possuem dois processos cognitivos (modos de pensar) distintos para tomar decisões: o raciocínio e a intuição. De acordo com Kahneman, Kahneman e Tversky (1973, 1974, 1979, 1982), o primeiro fenômeno cognitivo é mais lento, requer esforço e é realizado

⁹ Ondas *alfa* estão relacionadas ao estado cognitivo humano de vigília com *relaxamento*. Ondas *beta* estão associadas à vigília com estado de atenção forçada ou *concentração* (ROCHA et al., 2008).

intencionalmente (deliberação). Já a intuição parece vir de forma espontânea à mente, não demandando qualquer esforço e computação cognitiva (STANOVICH; WEST, 2000).

À luz da psicologia cognitiva, Kahneman (2003) argumentou que em ambientes de alta complexidade, em que riscos e incertezas são constantes e eminentes, as decisões financeiras dos agentes econômicos tendem a ser intuitivas e frequentemente carregadas por emoções, características que constituem a base cognitiva de processos mentais e de comportamento associados ao sistema límbico. Esse sistema está diretamente relacionado às emoções e intimamente ligado ao neocórtex pré-frontal, área associada à racionalidade e à tomada de decisão (MACLEAN, 1985), e é composto por estruturas subcorticais como: amígdalas cerebrais, hipocampo, córtex cingulado e núcleo accumbens (CAMERER et al., 2005).

Logo, se os tomadores de decisão são seres complexos e possuem inconsistência em suas preferências e forte influência emocional nas decisões, há uma elevada propensão a se afastar da racionalidade plena e cometer erros sistemáticos (ilusões cognitivas) em seus julgamentos (KAHNEMAN, 2003). Nesse sentido é que este trabalho pretende estudar o denominado efeito disposição.

Para Frydman et al. (2014), o estudo sobre o efeito disposição tem atraído considerável atenção e interesse de pesquisadores por ser um desafio explicá-lo admitindo somente os pressupostos da TUE (SIMON, 1978). Embora seja um robusto viés comportamental, suas causas ainda permanecem obscuras e não são conclusivas, argumenta o autor.

Inicialmente, para tentar entender e explicar o comportamento irracional humano em decisões, pesquisadores em Finanças utilizavam, fundamentalmente, modelos matemático-probabilísticos. Novas abordagens com foco no real comportamento humano (no exato momento da tomada de decisão) tentam, de modo alternativo, identificar e compreender as causas e origens dessa ilusão cognitiva que influencia e afasta o ser humano da racionalidade plena (FRYDMAN et al., 2014; Da Costa Jr. JÚNIOR et al., 2008; CAMERER; LOEWENSTEIN, 2004).

Parece não haver dúvida entre os pesquisadores da área de que a associação da Psicologia às Finanças foi essencial para avançar na compreensão da racionalidade e tomada de decisão humanas em condições de risco e incertezas. Recentemente, autores como Kaustia (2010a,b), Barberis e Xiong (2012) e Frydman et al. (2014) uniram essa base psicológica das Finanças Comportamentais a técnicas, métodos e teorias das Neurociências às Finanças e questionaram o poder

explicativo da *Prospect Theory* para a ocorrência do efeito disposição. Segundo Frydman et al. (2014), por não se ter conhecimento dos fatores que determinam o surgimento do efeito disposição, as pesquisas em Finanças têm procurado ir além dos aspectos psicológicos, investigando o cérebro humano em funcionamento.

Fehr e Camerer (2007), Glimcher et al. (2008) e Fehr e Rangel (2011) utilizaram tecnologias avançadas das Neurociências, como a imagem de ressonância magnética funcional (fMRI) e o eletroencefalograma (EEG), no intuito de contribuir com as bases psicológicas das Finanças Comportamentais na compreensão das ilusões cognitivas e do comportamento humano frente ao processo decisório.

Kaustia (2010a), Frydman et al. (2014) e Barberis e Xiong (2012), por sua vez, argumentam que as inquietações científico-empíricas não estão mais voltadas para o âmbito psicológico, mas sim para o âmbito neural. No entendimento desses autores, é o cérebro humano o local onde realmente se originam e ocorrem as decisões.

Todavia, é importante notar que as bases da Psicologia e das Finanças Comportamentais não foram refutadas pelas Neurofinanças ou pela Neuroeconomia. Ao contrário, as Finanças Comportamentais possuem condição e relação *sine qua non* com as Neurociências na busca por melhor compreender as anomalias do comportamento humano (KAHNEMAN; SLOVIC; TVERSKY, 1982).

Desse modo, a partir da incorporação de novas tecnologias, modelos e teorias das Neurociências, as pesquisas em Finanças que investigam a influência das emoções nas decisões humanas ganharam um novo foco. Fatores neurobiológicos (GLIMCHER; RUSTICHINI, 2004) e fisiológicos (KENNING; PLASSMANN, 2005; MUEHLFELD; WEITZEL; WITTELOOSTUIJN, 2012) tornaram-se potenciais variáveis para explicar e descrever as causas das ilusões cognitivas nos seres humanos. Parece não haver dúvida entre os pesquisadores em Finanças de que o efeito disposição afeta os tomadores de decisão (SHEFRIN; STATMAN, 1985; ODEAN, 1998; BARBER; ODEAN, 1999; GRINBLATT; HAN, 2002; SUN; HSIAO, 2006).

Até o presente momento não se sabe, por exemplo, se características neurofisiológicas e fisiológicas são fatores determinantes para a ocorrência ou surgimento de ilusões cognitivas, como o efeito disposição, que tendem a influenciar a tomada de decisão humana e afastam o tomador de decisões da racionalidade plena. Nesse contexto, as ilusões cognitivas e os vieses comportamentais tornaram-se, portanto, elementos comuns de investigação científica entre sucessivas correntes

teóricas em Finanças e os principais objetos de estudo das Finanças Comportamentais, das Neurofinanças e da Neuroeconomia.

Nesse sentido, os pesquisadores em Finanças e Economia têm buscado associar esses métodos matemático-probabilísticos iniciais a aspectos subjetivos do comportamento humano para investigar, de fato, como os humanos tomam decisões e quais os fatores (neurofisiológicos e biológicos) que possivelmente originam ou determinam o surgimento das ilusões cognitivas (BARBERIS; XIONG, 2012; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013).

Outros avanços nos estudos de campo e estudos experimentais em laboratório, aliados às inovações tecnológicas das Neurociências, têm possibilitado aos pesquisadores em Finanças investigar diversas áreas do cérebro humano utilizadas no exato momento da tomada de decisão. Com o desenvolvimento de novas abordagens metodológicas alternativas, é possível identificar, monitorar e averiguar estruturas cognitivas, fatores neurofisiológicos, fisiológicos e biológicos ligados às emoções e que provavelmente causam ou originam as ilusões cognitivas nos seres humanos (DAMÁSIO, 1994; BECHARA; DAMÁSIO, 2005; KENNING; PLASSMANN, 2005; FRYDMAN et al., 2014).

De modo geral, as Neurofinanças não têm a pretensão de invalidar o que é previsto pelo paradigma das Finanças Comportamentais (racionalidade limitada e anomalias) ou pelo paradigma predominante em estudos na área de Finanças, a chamada Teoria da Utilidade Esperada (racionalidade plena). Na realidade, os estudiosos no campo das Neurociências têm aproximado teorias e métodos de diversas áreas de conhecimento na tentativa de melhor compreender e explicar o comportamento humano frente às decisões. As Neurofinanças procuram monitorar o cérebro humano em funcionamento, identificando características e relações de causalidade no surgimento de ilusões cognitivas comportamentais (TSENG, 2006; PETERSON, 2007; VASILE; SEBASTIAN, 2007; SAPRA; ZAK, 2008; SAHI, 2012; FRYDMAN et al., 2014).

A partir desse contexto, é importante buscar novas explicações e interpretações sobre as causas e origens do efeito disposição nos tomadores de decisão.

1.2 PROBLEMA

No contexto da teoria da tomada de decisão e no campo das finanças comportamentais/neurofinanças, dois paradigmas são amplamente respeitados. Por um lado, parte dos pesquisadores em Economia e Finanças defende a ideia de que a tomada de decisão pode ser explicada por meio do paradigma da racionalidade plena do tomador de decisões (TUE) (von NEUMAN; MORGENSTERN, 1944; GÜTH, 2010). Por outro lado, outra parte questiona parcialmente esse paradigma e aceita o que é proposto pelas Finanças Comportamentais e pelas Neurofinanças, que defendem a influência de fatores subjetivos – psicológicos (ou emocionais) e biológicos (neurofisiológicos e fisiológicos) – no processo de tomada de decisão econômica como uma possível explicação para as anomalias do comportamento humano frente a decisões arriscadas (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974; KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; SHEFRIN; STATMAN, 1985; BARBERIS; XIONG, 2012; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013; FRYDMAN et al., 2014).

Embora as ilusões cognitivas sejam consideradas um robusto viés comportamental pela literatura da área econômica, suas causas ainda permanecem obscuras e não são conclusivas, argumentam Frydman et al. (2014).

Fatores como experiências anteriores ou até mesmo eventos específicos relacionados à vida e às decisões financeiras do investidor individual podem influenciar e determinar o comportamento e as preferências particulares no mercado financeiro e de capitais. Mesmo pessoas geneticamente iguais podem apresentar diferentes comportamentos e atitudes em relação ao risco e preferências distintas em decisões de investimentos financeiros individuais. Características psicológicas e biológicas (ex. genéticas) também podem interferir no processo decisório, afastando o tomador de decisões da racionalidade plena (ROBSON, 2001; DA SILVA et al., 2013; COVAL; MOSKOWITZ, 1999).

Nesse sentido, o problema que motivou a presente pesquisa é o conhecimento ainda incipiente das possíveis causas e origens da ilusão cognitiva em análise. Assim, busca-se testar, experimentalmente, se a variabilidade da frequência cardíaca – VFC (variável fisiológica) – e as ondas cerebrais (variável neurofisiológica) são fatores determinantes para o surgimento do fenômeno efeito disposição.

1.3 PERGUNTAS DE PESQUISA

Nos últimos anos, com os avanços e a incorporação das novas tecnologias, métodos e equipamentos da Neurociência aos estudos empírico-científicos nas áreas de Economia e Finanças, a Neurociência tem possibilitado a observação e o imageamento cerebral, bem como a aquisição de dados biológicos (neurofisiológicos e fisiológicos, por exemplo) em tempo real. Isso tem contribuído largamente para a teoria econômica no entendimento sobre as anomalias e inconsistências comportamentais dos agentes econômicos e sobre o processo de tomada de decisão financeira de curto prazo em situações de risco.

Desse modo, as duas perguntas a serem respondidas pelo presente trabalho são:

(i) **A variabilidade da frequência cardíaca (variável fisiológica) e as ondas cerebrais *alfa* ou *beta* (variável neurofisiológica) são fatores determinantes ao surgimento do efeito disposição?** (LO; REPIN, 2002; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013; FRYDMAN et al., 2014; GOULART et al., 2013).

(ii) **Que fatores ou elementos determinam a compra e venda de um ativo?** (KAUSTIA, 2010a; BARBERIS; XIONG, 2009, 2012).

Além de buscar responder a essas duas questões principais, que norteiam a presente pesquisa e inquietam pesquisadores e profissionais do mercado financeiro e de capitais há décadas, objetiva-se investigar e responder a outras quatro perguntas complementares, quais sejam:

a) Quando os indivíduos apresentam maior coeficiente de efeito disposição (*disposition effect*) em decisões econômicas (ODEAN, 1998; KAUSTIA, 2010a), qual o comportamento psiconeurofisiológico (características intrínsecas ao ser humano) predominante?;

b) Qual o comportamento predominante (padrão) dos sinais neurofisiológicos e fisiológicos nos sujeitos que apresentam melhor e maior retorno percentual absoluto final obtido no experimento? (LO; REPIN, 2002; FRYDMAN et al., 2014; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013);

c) Quais variáveis explanatórias (neurofisiológicas; psicofisiológicas, como evitar arrependimento, autodecepção; o valor do portfólio do investidor; o ganho ou a perda de capital em relação ao preço de compra; entre outras) são fatores motivadores e podem influenciar na propensão (probabilidade) de um indivíduo a vender,

comprar ou manter um ativo em relação ao preço de compra – efeito disposição (TP)?

d) Quais dessas variáveis supramencionadas apresentam e fornecem maior poder de explicação (significância estatística) para a ocorrência do efeito disposição? (ODEAN; BARBER, 2011; GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; BARBERIS; XIONG, 2009; KAUSTIA, 2010; FRYDMAN et al., 2014; DA SILVA et al., 2013).

Assim, com esses questionamentos esta pesquisa apresenta uma importância diferenciada e objetiva contribuir com a teoria econômica (a exemplo da Teoria da Tomada de Decisão sob Risco) e também com os estudos das Finanças Comportamentais de duas formas e frentes: *(i)* a primeira é a contribuição *teórico-incremental*, na medida em que procura avançar em um tema no qual as pesquisas são incipientes e está pautada no ineditismo. A partir do estudo de variáveis neurofisiológicas e psicofisiológicas, propõe-se a construção de um modelo econômico-financeiro interdisciplinar, visando oferecer novas explicações e interpretações alternativas sobre os fatores determinantes do efeito disposição e da propensão a vender ou manter um ativo. Cabe ressaltar que, até o presente momento, são desconhecidos estudos que se enquadram nas duas propostas desta pesquisa; *(ii)* a segunda é a contribuição *prática*, uma vez que estuda fatores biológicos e psicológicos (emoções) do ser humano que podem interferir e influenciar no comportamento do investidor individual, visando à tomada de decisão financeira em situações de risco que emulam a realidade.

Em outras palavras, o presente estudo está pautado no ineditismo e demonstra caráter inovador quando procura estudar variáveis biológicas analisando, concomitantemente, se características psicofisiológicas (variabilidade da frequência cardíaca –VFC) e neurofisiológicas (ondas cerebrais, uma variável neurofisiológica) são fatores que podem: **(a)** determinar o comportamento humano e induzir o investidor individual a apresentar o efeito disposição; ou **(b)** determinar a propensão a vender, comprar ou manter um ativo (LO; REPIN, 2002; BARBERIS; XIONG, 2009, 2012; KAUSTIA, 2010a; FRYDMAN et al., 2014; GOULART et al., 2013).

A hipótese-central, básica, da pesquisa é que características neurofisiológicas e fisiológicas constituem fatores que determinam o surgimento do viés cognitivo (efeito disposição) no investidor individual e determinam a propensão a comprar, vender ou manter um ativo,

levando-o a apresentar desvios de comportamento em relação à racionalidade plena que violam os axiomas básicos da TUE em decisões econômico-financeiras de curto prazo. As hipóteses secundárias do presente trabalho estão inseridas no Capítulo 3, referente à Metodologia, e foram definidas a partir da literatura e das perguntas de pesquisa.

1.4 OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo desenvolver três propostas de estudos (*ensaios*) baseados na economia experimental de laboratório, por meio de uma simulação computacional de investimentos, com foco em testes de componentes neurofisiológicos e psicofisiológicos. O primeiro estudo tem como base e referência a metodologia adotada por Frydman et al. (2014) e Goulart et al. (2013). O segundo estudo tem como referência e faz uso do modelo metodológico de análise logística (binária) proposto inicialmente por Barberis e Xiong (2009, 2012) e Kaustia (2010), uma vez que, nesse caso, permite ao estudo verificar qual a influência de múltiplas variáveis sobre a propensão de vender, comprar ou manter um ativo (efeito disposição). E, por fim, no terceiro estudo (ensaio) busca-se avaliar comparativamente o comportamento de venda de indivíduos estudantes e investidores profissionais no mercado financeiro real.

1.4.1 Geral

- O objetivo geral da presente pesquisa é testar, a partir de uma simulação computacional de compra e venda de ações em laboratório, se características neurofisiológicas (ondas *alfa* e *beta*) e fisiológicas (variabilidade da frequência cardíaca – VFC) são fatores determinantes para o surgimento do efeito disposição (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; SHEFRIN; STATMAN, 1985).

1.4.2 Específicos

- Identificar o perfil de comportamento neuropsicofisiológico dos participantes da pesquisa quando detectada a influência do efeito disposição nas decisões (FRYDMAN et al., 2014);

- Mensurar as características neurofisiológicas e fisiológicas dos participantes da simulação computacional de investimentos que apresentam ou produzem os melhores resultados financeiros durante o processo de tomada de decisão (LO; REPIN, 2002; GOULART et al., 2013);
- Examinar se a alta variabilidade cardíaca – VFC – (indicador: intervalos R-R) e a predominância de ondas *beta* nos participantes da simulação computacional de investimentos produzem melhor desempenho indicado pelo retorno percentual absoluto final obtido no experimento durante o processo de tomada de decisão;
- Avaliar se aspectos neurofisiológicos e fisiológicos podem originar o efeito disposição (GOULART et al., 2013).
- Comparar o comportamento de venda de indivíduos, estudantes e investidores profissionais, em ambiente controlado de laboratório.

1.5 JUSTIFICATIVA

Simon (1957) alerta que existe certa relutância por parte dos seres humanos em reconhecer que possuem limitações cognitivas no processo decisório e que são talvez por isso frequentemente afetados por ilusões cognitivas. Adicionalmente, Bikhchandani et al. (1998) argumentam, com base na Teoria da Aprendizagem por Observação (*Theory of Observational Learning*), que os agentes econômicos podem buscar minimizar a influência de ilusões cognitivas e reduzir a probabilidade de cometer erros de julgamento em decisões econômicas de curto prazo observando o comportamento e as decisões de outros indivíduos.

As decisões econômicas e financeiras de curto prazo estão presentes na vida das pessoas cotidianamente (HASTIE, 2001). Decidir pela alternativa ótima entre duas ou mais opções arriscadas é tarefa constante e difícil.

No entanto, durante o processo de busca pela melhor opção, as pessoas tendem a apresentar comportamentos de racionalidade limitada e a sofrer influências psicológicas, emocionais, biológicas e/ou cognitivas em suas decisões (ROBSON, 2001; DA SILVA et al., 2013). Um comportamento recorrente ou anomalia nas tomadas de decisões é o efeito disposição. A influência desse viés psicocognitivo (*psycho-cognitive*) tende a afastar o tomador de decisão da racionalidade plena,

levando-o algumas vezes a prejuízos financeiros, a decisões impulsivas e subótimas e à irracionalidade.

No entendimento de Baker e Nofsinger (2002), os seres humanos têm dificuldades em identificar os vieses cognitivos que tendem a afetar as decisões cotidianas. O fato é que diariamente eles precisam tomar decisões e usualmente o fazem influenciados por bases cognitivas e psicológicas limitadas, isto é, não percebem nem avaliam todas as informações relevantes envolvidas no processo de tomada de decisão. Identificar os fatores que podem determinar o surgimento das anomalias no ser humano, compreendendo melhor as prováveis causas e origens desses erros sistemáticos (vieses cognitivos e ilusões cognitivas) particulares que frequentemente influenciam e determinam o comportamento do investidor individual em negociações econômicas arriscadas, pode permitir que os indivíduos reavaliem e adequem suas decisões financeiras, diminuindo assim as chances de perdas monetárias e evitando comportamentos irracionais (COVAL; MOSKOWITZ, 1999). Essa é a motivação deste trabalho.

Atualmente, grande parte dos estudos empíricos apresentados no campo das finanças comportamentais e da economia experimental que abordam os vieses e ilusões cognitivas tem investigado somente novos exemplos que ratificam tais anomalias, apenas evidenciando-os. Nessa perspectiva, ao considerar e apresentar uma estrutura teórica de conjugação interdisciplinar ainda não abordada no campo da construção teórica, em que se aliam múltiplas perspectivas teóricas das áreas de Economia e Finanças às perspectivas psiconeurofisiológicas, o presente trabalho traz consigo um caráter inovador e uma proposta de pesquisa pautada pelo ineditismo. Dessa maneira, esforça-se para fornecer uma nova possibilidade de entendimento e explicação, bem como oferecer uma possível interpretação alternativa para a ocorrência do efeito disposição e para a propensão ou relutância das pessoas em vender um ativo que está em carteira e que apresenta prejuízo financeiro.

Na medida em que se propõe realizar um estudo sobre o efeito disposição pautado pelo ineditismo, com dados psiconeurofisiológicos e informações particulares de investidores individuais profissionais e sem experiência prévia no mercado financeiro e de capitais brasileiro coletados em ambiente controlado de laboratório – procurando validar os resultados obtidos anteriormente por Grinblatt e Keloharju (2001), Lo e Repin (2002), Kaustia (2010a), Barberis e Xiong (2009, 2012), Frydman et al. (2014), Goulart et al. (2013) – pode-se considerar o presente trabalho um estudo inovador, relevante e especialmente útil para as Finanças Comportamentais. Isso representa um passo à frente

em relação aos estudos apresentados até este momento pelas áreas de Finanças e Economia (ODEAN; BARBER, 2011; GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; CAMERER; LOEWESTEIN, 2004; BARBERIS; XIONG, 2009; KAUSTIA, 2010; FRYDMAN et al., 2014; GOULART et al., 2013; DA SILVA et al., 2013). São desconhecidos estudos que se enquadram nas três propostas apresentadas neste trabalho.

Nesse sentido, por meio de técnicas não invasivas de monitoramento cerebral e fisiológico, pretende-se testar e investigar experimentalmente, em ambiente controlado de laboratório, se indivíduos adultos são influenciados por variáveis psiconeurofisiológicas na ocorrência do efeito disposição. De acordo com Bianchi e Da Silva Filho (2001, p. 129), “as técnicas experimentais são ferramentas úteis para explicar o comportamento individual em situações econômicas.” Assim, a presente investigação caracteriza-se com importância diferenciada, uma vez que pouco se conhece sobre as reais causas e fatores que determinam e originam as ilusões cognitivas.

Estudos específicos sobre o efeito disposição mostram-se relevantes em diversos aspectos. Inicialmente porque as ilusões cognitivas ocorrem tanto em pessoas inexperientes no mercado financeiro como em investidores profissionais (LOCKE; MANN, 2000). Para Frydman et al. (2014), por incidir sobre uma grande parte dos seres humanos e por ser um desafio explicá-lo usando somente o modelo racional de comportamento do investidor (TUE), o efeito disposição tem atraído considerável atenção dos pesquisadores. Nas palavras de Frydman et al. (2014): embora o efeito disposição seja um viés robusto do comportamento do investidor, suas causas ainda permanecem obscuras e requerem um aprofundamento de investigação científica. Segundo Macedo Jr. (2003), isso se dá também pelo fato de o efeito disposição afetar os preços das ações (COVAL; SHUMWAY, 2005) e reduzir a rentabilidade de investimentos, pessoa física, em Bolsa de Valores.

Nesse contexto científico, a presente pesquisa possui um caráter inovador, uma vez que preenche uma lacuna teórica na literatura do campo das Finanças e da Economia ao procurar averiguar um problema ainda não solucionado.

Desse modo, com a construção desta tese acredita-se que será possível contribuir também com a interdisciplinaridade teórica e o aprofundamento do conhecimento e do entendimento sobre o comportamento humano frente a decisões que envolvam riscos. É importante esclarecer que não se conjectura esgotar o arcabouço teórico

a respeito do tema, mas sim cooperar e instigar novas pesquisas e novos conhecimentos sobre as origens e causas do efeito disposição.

1.6 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Segundo Black (1995), a elevada complexidade acerca de um tema abordado implica importantes limitações para o estudo. Desse modo, os principais fatores limitantes e que delineiam o alcance máximo desta tese são:

- a) **Validade Externa:** podem-se questionar ou citar potenciais impactos e efeitos causados por diferenças ambientais entre as situações artificiais testadas em ambiente de laboratório (simulação computacional de investimentos) e as apresentadas ou observadas de fato no mundo real; todavia, para tentar contornar ou até mesmo eliminar tal problema, comum a todos os estudos experimentais de laboratório, empregar-se-ão, a partir da literatura, robustos critérios e variáveis de controle;
- b) **Forma de Construção e Representatividade da Amostra:** pode-se questionar uma relativa fragilidade em relação ao tamanho da amostra para produzir inferências adequadas, assim como os critérios definidos para determinar a amostra de pesquisa; todavia, priorizaram-se a disponibilidade de participação e a qualidade dos dados/informações para as análises econométricas em prejuízo de uma amostragem numerosa; não há dúvida de que os sujeitos selecionados para formar a amostra não representam a população de investidores individuais no mundo, tampouco a subpopulação dos investidores brasileiros, porém, embora uma amostra restrita possa dificultar a generalização dos resultados encontrados para a totalidade dos investidores individuais, essa limitação não comprometerá as análises e inferências produzidas;
- c) **Método empírico:** estudos de base empírica e natureza experimental com dados observacionais podem sofrer questionamentos em relação à modelagem estatística estabelecida e também em relação à abordagem das variáveis que integram os modelos econométricos e serão testadas empiricamente; nesse caso, tratar-se-á essa limitação por meio da verificação da plausibilidade

estatística e da aplicação de múltiplos procedimentos de teste nos dois modelos econométricos estruturados;

- d) Variáveis Regressoras: podem-se questionar o grau de consistência e a possibilidade de potenciais impactos e efeitos provocados nos resultados a partir de associações e da correlação positiva entre as variáveis de controle; nesse caso, parece não ser possível considerar e incorporar todas as variáveis relevantes nos modelos econométricos – de regressão linear múltipla (logística); isto é, considerar que todos os efeitos potencialmente influenciadores da propensão a vender (ou manter) um ativo em carteira e do viés cognitivo efeito disposição estão absolutamente e devidamente controlados; para se tentar contornar ou reduzir problemas dessa natureza, serão empregadas múltiplas técnicas e procedimentos de teste estatísticos nos modelos econométricos estruturados; porém, não se elimina a possibilidade de se alcançar resultados com certo grau de inconsistência.

Não se espera que esta pesquisa seja importante para todos os indivíduos envolvidos ou que contribua com o absoluto entendimento do comportamento decisório do *homo economicus*, fornecendo uma completa explicação para todas as circunstâncias dos desvios comportamentais do investidor individual. Todavia, busca-se avançar na compreensão do efeito disposição e contribuir com as áreas de Economia e Finanças, assim como com a teoria da tomada de decisão, oferecendo e fornecendo novas possibilidades de análise e explicações para o comportamento humano frente a negociações e decisões financeiras que envolvam risco.

1.7 ESTRUTURA DA TESE

O trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo é introdutório e contextualiza a pesquisa e o tema, apresentando os objetivos, a justificativa e também as limitações do trabalho. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica do trabalho, necessária à formulação das hipóteses da pesquisa e suas argumentações. No terceiro capítulo estão apresentados o método e o *design* da pesquisa. Os resultados e as análises estão apresentados no quarto capítulo. E, por fim, no quinto capítulo estão contempladas as conclusões e recomendações para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A compreensão sobre o comportamento humano e a tomada de decisão tem evoluído consistentemente. Elementos biológicos e psiconeurofisiológicos foram inseridos e associados às discussões sobre a tomada de decisão. Assim, as Finanças Comportamentais e as Neurociências, como as Neurofinanças e a Neuroeconomia, tornaram-se aliadas (CAMERER et al., 2005; BOSSAERTS, 2009; SAHL, 2012). Convém notar que as Neurofinanças e a Neuroeconomia constituem um campo de estudo recente e apresentam-se como uma área múlti e interdisciplinar.

Então, o presente capítulo busca apresentar a literatura necessária à compreensão e sustentação teórica desta pesquisa. Parte-se das Finanças Comportamentais até chegar à interdisciplinaridade das Neurofinanças e da Neuroeconomia.

2.1 AS FINANÇAS COMPORTAMENTAIS E A TEORIA DO PROSPECTO

Os primeiros estudos a questionar os pressupostos básicos da abordagem econômica tradicional sobre o comportamento humano diante de decisões financeiras arriscadas estavam pautados em conhecimentos oriundos da Psicologia (EDWARDS, 1954; TVERSKY; KAHNEMAN, 1974; KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; SIMON, 1957; SLOVIC, 1972; THALER, 1980).

As Finanças Comportamentais procuram ajudar nas possíveis explicações de *por que* e *como* os mercados financeiros podem ser ineficientes¹⁰ e o investidor apresentar racionalidade limitada em decisões financeiras (SIMON, 1955). Moreira (2012, p.40) ressalta que as Finanças Comportamentais buscam explicar melhor as inconsistências observadas no comportamento humano quanto ao processo de tomada de decisão, incorporando aspectos subjetivos (psicológicos) do ser humano às análises. Diferentemente do que propõe a TUE, o autor argumenta que os indivíduos não agem sempre de

¹⁰Para mais detalhes ver: FAMA, Eugene. Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance. **Journal of Financial Economics**, v. 49, n. 3, p. 283-306, 1998. E: FAMA, Eugene. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.

maneira racional e que as emoções, bem como outras variáveis subjetivas, possuem um importante papel na decisão final.

Ellsberg (1961), Slovic (1972), Fishburn (1982), Tversky e Kahneman (1973; 1974; 1979; 1982) contribuíram amplamente com o campo das Finanças Comportamentais construindo e desenvolvendo um modelo alternativo, descritivo, para a tomada de decisão que intitularam de Teoria do Prospecto (*Prospect Theory*). Baseados em conhecimentos da Psicologia Cognitiva (SKINNER, 1948; SIMON, 1955), os autores apresentaram uma forte crítica à TUE.

Não obstante, em trabalho publicado em 1982, *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*, Kahneman e Tversky explicam que o objetivo da *Prospect Theory* não era invalidar a TUE, mas sim cooperar no sentido de aperfeiçoar o entendimento, o detalhamento e a descrição da maneira como os seres humanos tomam decisões (CAMERER; LOEWENSTEIN, 2004; DE GIORGI; HENS, 2006).

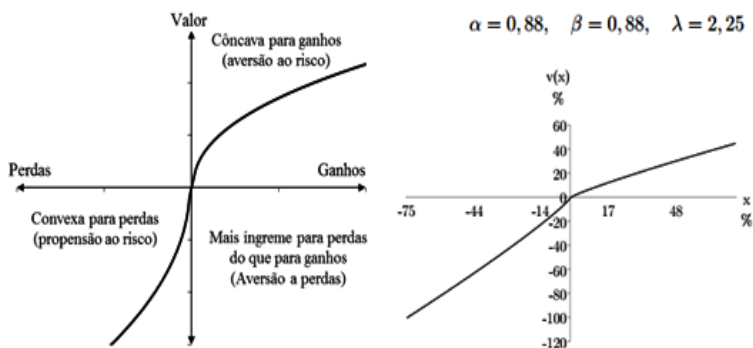
Após as publicações dos estudos de Kahneman, Tversky e Slovic na década de 1970, a década de 1980 foi marcada pela continuidade e pelo desenvolvimento de uma série de trabalhos importantes que possibilitaram à área das Finanças Comportamentais ganhar reconhecimento. Entre os diversos trabalhos, destacam-se os de Thaler (1980), Shiller (1981), Shefrin e Statman (1985), De Bondt e Thaler (1985), Samuelson e Zeckhauser (1988), entre outros. Esses autores aprofundaram os estudos de Kahneman, Tversky e Slovic (CARLSON, 1990).

A partir dos anos 1990 e principalmente dos anos 2000, observou-se um crescimento significativo na produção de trabalhos científico-empíricos relacionados à tomada de decisões (SUBRAHMANYAM, 2007; MOREIRA, 2012). O aumento e o desenvolvimento de experimentos realizados em laboratório, e mais recentemente em campo (*field experiments*), aliados ao surgimento crescente de periódicos voltados especificamente à publicação de pesquisas nesse campo de estudos, ratificaram o interesse dos economistas e a importância e relevância do tema (BINMORE, 1999; BIANCHI, 2001; HERTWIG; ORTMANN, 2001; HARRISON; LIST, 2004; CAMERER; LOEWENSTEIN, 2004; SAMUELSON, 2005; WEBER; CAMERER, 2006).

Sob a ótica das finanças comportamentais, o tomador de decisão tende a atribuir *valor*¹¹ para ganhos e perdas em vez de conferi-lo aos bens finais, assim como tende a substituir *probabilidades* por *pesos* na decisão. Convém notar que, nas faixas de baixa probabilidade, em que os pesos de decisão geralmente são mais baixos do que as respectivas probabilidades, a exceção é observada. Assim, segundo a *Prospect Theory*, os ganhos e as perdas são avaliados em relação a um ponto de referência e percebidos de forma assimétrica pelo investidor em relação às perdas e ganhos (aversão ao risco) (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; DE GIORGI; HENS, 2006).

Kahneman e Tversky (1979) apresentaram graficamente (Fig.1) essas diferenças comportamentais entre a TUE e a *Prospect Theory* em relação à função *valor* (a); e a alteração na curva S conforme um conjunto de parâmetros estimados (b):

Figura 1 – Função valor hipotética da *Prospect Theory*.



Diferentemente da TUE, a *Prospect Theory* utiliza uma curva em formato “S” para explicar que os indivíduos nem sempre se comportam de modo igual quando diante de possibilidades de ganhos e perdas. Baseando-se em pontos iniciais distintos (*reference*

¹¹ Para mais informações ver: LAKONISHOK, J.; SHLEIFER, A.; VISHNY, R. W. Contrarian investment, extrapolation, and risk. *Journal of Finance*, v. 49, p. 1541-1578, 1994.

point/dependence), subjetivos, os indivíduos editam, avaliam e tomam decisões de diferentes maneiras inúmeras vezes e tendem a não apresentar sempre o mesmo comportamento a cada escolha, como mostra a Figura 1 (BOWMAN; MINEHART; RABIN, 1999; KLIGER; KUDRYAVTSEV, 2008).

Para Kahneman e Tversky (1974; 1979) os indivíduos, diferentemente da TUE, não se preocupavam exclusivamente com o estado *final* de riqueza em uma decisão, mas mediavam e avaliavam o resultado final (*utilidade* – u) em função de ganhos e perdas obtidos em relação a um ponto de referência, ou seja, o estado de riqueza *atual* (CAMERER, 2005).

Segundo Barberis e Xiong (2012, p. 5) “a ideia de que as pessoas derivam utilidade de ganhos e perdas ao invés de níveis de riqueza finais foi primeiramente proposta por Markowitz (1952), mas é particularmente associada a Kahneman e Tversky (1979), sendo um elemento central do modelo da teoria do prospecto e no contexto da tomada de decisão”.

Então, se existe a possibilidade de o ponto de referência (estado de riqueza atual = *status quo*) ser diferente para cada indivíduo, o processo de tomada de decisão tenderia a não ser igual para todas as pessoas e a padronização do comportamento humano seria, cientificamente, questionada pela subjetividade. Desse modo, a incorporação da subjetividade na análise do processo de tomada de decisão possibilitou o surgimento de novas visões, mais realistas, no que tange à compreensão de como os indivíduos fazem suas escolhas e tomam decisões.

A possibilidade de que os indivíduos sejam influenciados por fatores subjetivos em suas decisões e, conseqüentemente, desviados da racionalidade plena em razão desses elementos idiossincráticos permitiu aos pesquisadores identificar algumas tendências comportamentais (BIKHCHANDANI; HIRSHLEIFER; WELCH, 1998). Os desvios em relação à racionalidade plena ou às inconsistências comportamentais apresentadas pelos indivíduos em suas decisões foram intituladas *ilusões cognitivas* ou *vieses cognitivos* (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979).

Tversky e Kahneman (1974, 1979) evidenciaram importantes vieses cognitivos e demonstraram inconsistências e tendências (vieses) comportamentais do ser humano no processo de tomada de decisão, quais sejam: o *efeito certeza*, o *efeito reflexo* e o *efeito isolamento* (COHEN et al., 1987). Com base em tais evidências empíricas, Rabin (2000) e Rabin e Thaler (2001) argumentaram que sob a consideração da aversão ao risco a hipótese da TUE estava invalidada.

Outras ilusões cognitivas e anomalias no comportamento humano ainda foram observadas no processo de tomada de decisão: o efeito dotação – *endowment effect* (MACEDO JR., 2003); o excesso de confiança – *overconfidence* (SUN; HSIAO, 2006; ZINDEL, 2008); a contabilidade mental – *mental accounting* (KLIGER; KUDRYAVTSEV, 2008; SUN; HSIAO, 2006); a aversão à perda – *frame dependence*¹², entre outras.

Desse modo, diferentes vieses cognitivos que influenciam o comportamento humano e interferem no processo de tomada de decisão individual já foram aqui apresentados e discutidos. Todavia, cabe esclarecer que, dentre aqueles abordados anteriormente, o viés cognitivo da *aversão à perda* e a crença da *reversão à média*, por estarem estreitamente relacionados à ilusão cognitiva que compõe o tema do presente trabalho, permearão novamente nosso arcabouço teórico. Assim, a próxima seção se propõe a apresentar e discutir o viés cognitivo – *o efeito disposição*.

2.1.1 O efeito disposição

As sucessivas pesquisas sobre as inconsistências comportamentais e a racionalidade humana no processo de tomada de decisão buscaram oferecer novas e alternativas possibilidades de explicação para a ocorrência do efeito disposição, sobretudo a partir dos pressupostos teóricos e axiomas básicos da *Prospect Theory*. Isso de fato permitiu avanços significativos na compreensão do modo como os indivíduos fazem suas escolhas econômico-financeiras. Além disso, demonstrou a necessidade da construção de novos modelos e teorias que ampliassem a compreensão sobre o comportamento dos indivíduos (investidores) no contexto da teoria da tomada de decisão (TVERSKY; KAHNEMAN, 1991; GENESOVE; MAYER, 2001; CAMERER, 2005).

Contudo, antes de evidenciar e explorar os novos métodos e tecnologias utilizados atualmente nos estudos sobre o *efeito disposição*,

¹² Para mais informações sobre *frame dependence* ver SHEFRIN, H. **Beyond greed and fear: understanding behavioral finance and the psychology of investing**. Oxford University Press, 2002.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. The framing of decisions and the evaluation of prospects. **Logic, Methodology and Philosophy of Science**, v.114, n. 7, p. 503-520, 1986.

alguns trabalhos que utilizaram a *Prospect Theory* como base teórica para explicar a ocorrência dessa ilusão cognitiva serão analisados.

Shefrin e Statman (1985), com base na *Prospect Theory*, argumentam que o *efeito disposição* parece surgir da combinação de diferentes fatores, como o medo diante da possibilidade de perda e a formulação de uma expectativa futura (*mental accounting*) (FRANZZINI, 2006).

De acordo com Shefrin e Statman (1985), inicialmente os tomadores de decisão (investidores) tentam simplificar o processo decisório formando todas as escolhas possíveis em termos de ganhos e/ou perdas potenciais relativos a um ponto de referência fixo (fase de edição, segundo Kahneman e Tversky (1979)). Desse modo, as atitudes e a predisposição a riscos, ganhos e perdas dependem de um ponto de referência (*reference point effect*), geralmente o preço inicial de compra (THALER; JOHNSON, 1990; WEBER; CAMERER, 1998).

É importante ressaltar que o ponto de referência (*reference point*), em um primeiro momento, pode ser formado e estabelecido a partir de outros critérios, como o preço médio de compra, o preço de compra mais alto, o preço de compra mais recente, entre outros (KLIGER; KUDRYAVTSEV, 2008; HIRSHLEIFER, 2002). Em um segundo momento, os indivíduos tendem a se comportar segundo a *função valor* da *Prospect Theory* (fase de avaliação) para tomar a decisão. Dessa forma, se o tomador de decisão atender a essas características decisórias, o *efeito disposição* será provavelmente a consequência (ODEAN, 1998; GRINBALTT; KELOHARJU, 2001). A partir desse pressuposto teórico, a título de exemplo, Franzzini (2006) evidencia a propensão do agente econômico avesso às perdas a exibir o *efeito disposição* no mercado financeiro e de capitais.

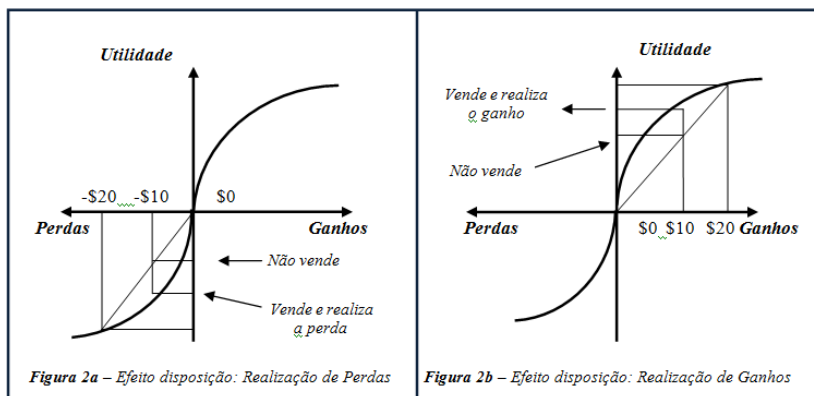
Ainda na formulação de Franzzini (2006, p. 2018), suponha-se que um investidor tenha comprado uma ação qualquer por \$50 e atualmente essa ação esteja valendo \$40. Suponha-se também que no mês seguinte o preço dessa ação possa subir \$10 ou cair \$10 com igual probabilidade e o investidor deve escolher entre vender a ação agora, realizando uma perda de \$10, ou manter a ação em carteira por mais tempo. Nesse caso, um investidor com aversão ao risco decidirá vender imediatamente a ação, sofrendo um prejuízo de \$10.

Agora, um investidor propenso ao risco no campo das perdas e que procura estabelecer um ponto de referência (p. ex.: preço de compra) para medir ganhos e perdas escolherá não vender a ação nesse momento, afinal prefere correr o risco de perder tudo a sofrer a dor de uma perda (Figura 2a). Contudo, se o investidor comprou a ação por \$50

e atualmente essa ação está valendo \$60, também com igual probabilidade de subir \$10 e cair \$10 no próximo mês, o investidor preferirá vender imediatamente a ação e realizar um ganho de \$10, exibindo, assim, o fenômeno do *efeito disposição* (Figura 2b).

A Figura 2, a seguir, demonstra graficamente essas tendências comportamentais do investidor individual:

Figura 2 - Representação gráfica do efeito disposição baseado na *Prospect Theory*.



Fonte: Franzzini (2006, p.2018-2019)

Empiricamente, Shefrin e Statman (1985) observaram uma série de dados de negociações individuais e fundos mútuos em um mercado financeiro experimental. Os autores notaram que os investidores eram relutantes em sofrer perdas e havia fortes evidências da ocorrência do *efeito disposição*. Explicam, ainda, que uma simples alteração no modo como uma questão é apresentada ao investidor pode alterar a decisão final (SLOVIC, 1972; SCHLARBAUM; LEWELLEN; LEASE, 1978; SHEFRIN; STATMAN, 1985).

A partir dessas considerações, Weber e Camerer (1998) estudaram o efeito disposição como consequência do viés da aversão à perda e verificaram limitações na capacidade explicativa da TUE para o comportamento econômico dos indivíduos no processo de tomada de decisão. Então, por meio da realização de experimentos que simulavam o mercado de ações, os autores investigaram a “*disposição*” dos indivíduos em vender rapidamente posições ganhadoras e manter, por longos períodos, posições perdedoras (*disposition effect*). Os

experimentos requeriam que os indivíduos selecionados para a pesquisa, todos estudantes universitários, negociassem seis ações (*stocks*) ao longo de quatorze períodos de simulação.

A partir disso, os pesquisadores puderam verificar que aspectos psicológicos como o *prazer* em acertar a decisão e a *rejeição* em sentir *arrependimento* (*regret*) interferiam no processo de escolha e induziam os investidores a exibir o *efeito disposição*, realizando ganhos rapidamente e mantendo perdas. Foi possível observar ainda que quando uma ordem automática de venda (*stop loss*) era ativada, isto é, quando as ações eram vendidas involuntariamente ao final de cada período experimental, o *efeito disposição* era fortemente reduzido.

Para calcular e examinar o efeito disposição em nível individual, Weber e Camerer (1998, p. 177) desenvolveram um método e criaram um índice (fórmula/método) original baseado na quantidade de vendas com lucro e no número de vendas com prejuízos em relação ao total de negociações de venda. O objetivo era definir e descrever, para cada tomador de decisão (indivíduo/investidor), o tamanho dessa ilusão cognitiva. Dessa forma, o coeficiente do efeito disposição seria obtido por meio da equação a seguir:

$$\alpha = (S_+ - S_-) / (S_+ + S_-) \quad (1)$$

Em que:

α = coeficiente de disposição;

S_+ = número de vendas se o preço subiu ou desceu no último período;

S_- = número de vendas se o preço subiu ou desceu no último período;

Os autores explicaram que o coeficiente de disposição (α) será igual a zero se não houver ocorrência dessa ilusão cognitiva (o *disposition effect*) e positivo quando o fenômeno for exibido e observado. Esse coeficiente de disposição (α) será igual a (+1) se o indivíduo somente realizar vendas depois de um ganho e igual a (-1) se uma situação oposta acontecer (WEBER; CAMERER, 1998).

Contudo, ainda no final da década de 1990, alguns autores como Odean (1998, 1999), por exemplo, apontaram falhas e criticaram o modelo inicialmente proposto para cálculo do efeito disposição de Weber e Camerer.

Fundamentado nos pressupostos teóricos da *Prospect Theory*, Odean (1998) também testou o efeito disposição e desenvolveu outro método. O método proposto pelo autor é baseado na frequência das negociações (vendas) dos indivíduos, nas proporções de ganhos realizados (*PGR*) e nas proporções de perdas realizadas (*PPR*) e é amplamente utilizado nas áreas de Economia e Finanças. As equações a seguir evidenciam o método proposto por Odean (1998, p. 1782):

$$\frac{GR}{GR + GNR} = PGR$$

(2)

$$\frac{PR}{PR + PNR} = PPR$$

(3)

$$CD = PGR - PPR$$

(4)

Em que:

GR = número (quantidade) de ganhos realizados;

GNR = número (quantidade) de ganhos não realizados;

PGR = proporção de ganhos realizados;

PR = número (quantidade) de perdas sofridas;

PNR = número (quantidade) de perdas não sofridas;

PPR = proporção de perdas sofridas;

CD = coeficiente de disposição.

A partir dessas equações, Odean (1998) argumentou que seria possível verificar a ocorrência do efeito disposição e a não evidência desse fenômeno. Em outras palavras, seria possível identificar quando os indivíduos vendiam rapidamente ações com lucro e quando evitavam realizar a venda daquelas com possibilidade de perda ou prejuízo, mantendo-as por mais tempo no portfólio. Então, a subtração entre a Proporção de Ganhos Realizados (*PGR*) e a Proporção de Perdas Realizadas (*PPR*) geraria um resultado, o qual Odean (1998) chamou de Coeficiente de Disposição (*CD*).

No estudo, observou-se que os indivíduos apresentavam forte tendência a realizar ganhos ($PGR > PPR$) – ($PGR = 0.148$ e PPR

=0.098). Assim, se a Proporção de Ganhos Realizados (*PGR*) pelo investidor fosse maior que a Proporção de Perdas Realizadas (*PPR*), haveria evidências de que o indivíduo estaria exibindo o *efeito disposição* (ODEAN, 1998).

Frino et al. (2004), baseados nessa metodologia de Odean (1998), também estudaram o fenômeno do *efeito disposição*. Segundo esses autores, para verificar se a propensão a realizar ganhos ($PGR > PPR$) é estatisticamente significativa e maior que zero e se, individualmente, os *traders* exibem o *efeito disposição* em suas decisões, um *teste-t* valida estatisticamente a análise para verificar a diferença entre as duas proporções de ganhos e perdas de cada indivíduo. O cálculo é realizado de acordo com as equações a seguir:

$$t = \frac{PGR - PLR}{\sigma}$$

Em que:

$$\sigma(EP) = \sqrt{\frac{PGR(1-PGR)}{Nrg + Npg} + \frac{PLR(1-PLR)}{Nrl + Npl}} \quad (6)$$

Em que:

Nrg = Número de ganhos realizados;

Npg = Número de papéis vencedores - *winner*s;

Nrl = Número de perdas sofridas;

Npl = Número de papéis perdedores - *losers*;

σ = Erro Padrão.

O coeficiente do *teste-t* indica se investidores individuais exibem o *efeito disposição* e, concomitantemente, representa a significância estatística da diferença entre as proporções de perdas realizadas (*PPR*) e a proporção de ganhos realizados (*PGR*) (ODEAN, 1998; FRINO et al., 2004).

Barber e Odean (1999, p.41) também observaram o comportamento humano em relação à tendência ao *efeito disposição* e à racionalidade *extrema* (plena) defendida pela teoria moderna de finanças no processo de tomada de decisão. Particularmente, os autores investigaram dois desvios comportamentais sistemáticos e comuns a investidores: o volume excessivo de negociações causado pelo viés

excesso de confiança (*overconfidence*) (ODEAN, 1999) e a tendência desproporcional em manter posições perdedoras e vender rapidamente posições ganhadoras.

Nesse estudo, Barber e Odean (1999, p. 45-46) fizeram novas inferências sobre o cálculo do *efeito disposição* e apontaram algumas explicações alternativas para os desvios comportamentais do investidor e a ocorrência dessa anomalia cognitiva: (i) a crença da reversão à média; (ii) a predisposição para rebalanceamento (CALVET et al., 2009); (iii) a antecipação a mudanças na legislação tributária; (iv) a crença de que as posições perdedoras voltarão a apresentar retorno positivo (ODEAN, 1999; BARBER; ODEAN, 2000).

Locke e Mann (2000, 2005) também estudaram o *efeito disposição*. Os autores verificaram algumas inconsistências comportamentais e cognitivas (irracionalidade) de investidores profissionais em negociações *day-trade*¹³ no mercado financeiro de Chicago (*CME – Chicago Mercantile Exchange*). Eles examinaram dados (retornos) de contratos futuros, a influência da *disciplina* de investidores em relação à racionalidade e o tempo de permanência dos indivíduos em posições perdedoras em relação a posições ganhadoras. Os autores observaram que os investidores que apresentam maior disciplina e encerram suas posições perdedoras em menor tempo tendem a obter melhores retornos ajustados aos riscos e, portanto, estão menos suscetíveis ao fenômeno do *efeito disposição* (LOCKE; MANN, 2000, 2005).

Shapira e Venezia (2001) e Grinblatt e Keloharju (2001) também testaram o *efeito disposição*. Shapira e Venezia (2001) avaliaram o comportamento e a racionalidade de indivíduos/investidores em relação a dois vieses cognitivos: o *efeito disposição* e o *excesso de confiança*, e ainda quanto ao tempo de permanência em posições perdedoras e vencedoras. Para isso, inicialmente, os autores dividiram os participantes da pesquisa em dois grupos: (i) um que possuía assessoria financeira e (ii) outro que não a possuía. Verificou-se que ambos os grupos apresentaram o *efeito disposição*, mas no grupo que possuía assessoria financeira o fenômeno foi reduzido.

Em outro estudo empírico, Grinblatt e Keloharju (2001), baseados na *Prospect Theory*, apresentaram e utilizaram uma metodologia diferente, alternativa à de Odean (1998), para estudar,

¹³ Negociações *day-trade*, *intradiaárias* ou ainda *intraday* são operações de compra e venda de um mesmo ativo (p. ex.: ações) realizadas ao longo de um único dia, pelo mesmo investidor.

calcular e analisar a ocorrência do fenômeno *efeito disposição* em cinco diferentes tipos de investidores finlandeses: (i) empresas/corporações não financeiras; (ii) instituições seguradoras e financeiras; (iii) organizações governamentais; (iv) instituições sem fins lucrativos; e (v) famílias. Os autores consideraram um modelo de regressão logística para variáveis binárias, em que dados de negociações com ações foram utilizados e analisados, para examinar, estimar e avaliar a propensão de um indivíduo vender ou manter um ativo em carteira. A variável dependente (Y) seria igual a 1 para os casos em que o sujeito vende um ativo, e igual a 0 (zero) caso contrário (mantém). Grinblatt e Keloharju (2001) verificaram que independentemente da classificação (característica/tipo) do investidor, todos os sujeitos pesquisados apresentaram significativa tendência e relutância em vender posições perdedoras – *efeito disposição* (BROWN et al., 2006). No entanto, os investidores que exibiram o fenômeno em maior grau foram os menos sofisticados.

Feng e Seasholes (2005) e Da Costa Jr. et al. (2008) investigaram o efeito disposição e os desvios comportamentais do tomador de decisão individual em mercados financeiros. Feng e Seasholes (2005) examinaram se a *sofisticação* de investidores individuais e o fator experiência (LIST, 2003; BODNARUK; SIMONOV, 2012), quando combinados, atenuam ou até mesmo eliminam a influência dessa ilusão cognitiva no tomador de decisão individual em negociações econômicas (KAUSTIA; ALHO; PUTTONEN, 2008). Eles, Feng e Seasholes (2005), utilizaram o nível de diversificação do portfólio (*level of sophistication*) para mensurar e classificar a sofisticação de investidores individuais (KAUSTIA et al., 2013).

Feng e Seasholes (2005) estudaram o fenômeno do *efeito disposição* em nível *individual* (independente) e apontaram críticas ao método de cálculo agregado do *coeficiente de disposição (CD)* desenvolvido anteriormente por Odean (1998) (WEBER; WELFENS, 2007). Outros trabalhos, como os de Dhar e Zhu (2006) e Chen et al. (2007), também sugeriram alterações na referida metodologia. Então, para Feng e Seasholes (2005) e Dahr e Zhu (2006), o método proposto por Odean (1998) para cálculo do *CD* apresentava limitações de análise quando o objetivo era estudar o *efeito disposição* de forma individual.

Diante desse cenário, ainda que não haja consenso entre os pesquisadores ligados às áreas de Economia e Finanças em relação ao método de cálculo do *efeito disposição*, grande parte dos resultados evidenciados por esses estudiosos aponta para a presença e consistência

da ocorrência do *efeito disposição* e grande parte dos estudos ligados ao tema utilizou a *Prospect Theory* como base teórica para explicar a ocorrência desse fenômeno comportamental (ODEAN, 1998; WEBER; CAMERER, 1998; FENG; SEASHOLES, 2005; DAHR; ZHU, 2006; CHEN et al., 2007).

Entretanto, evoluções constantes sobre o estudo do *efeito disposição* proporcionaram novas e alternativas explicações para a ocorrência dessa anomalia (KAUSTIA, 2010a; BARBERIS; XIONG, 2009, 2012; FRYDMAN et al., 2014). Autores como Zuchel (2001), Camerer, Loewenstein e Prelec (2005), Camerer (2003, 2008a), Kaustia (2010a,b), Barberis e Xiong (2009, 2012), Hens e Vlcek (2011), Fiuza et al. (2012) e Ingersoll e Lawrence (2013) questionaram a capacidade da *Prospect Theory* como explicação mais adequada para a ocorrência do *efeito disposição*. Então, com o intuito de ampliar o entendimento e a compreensão sobre as possíveis causas e origens do efeito disposição, novas abordagens, métodos e tecnologias surgiram e foram sendo incorporadas às pesquisas relacionadas ao tema.

Rabin (1994), Zuchel (2001) e Hartzmark e Solomon (2012) argumentam que, sob a ótica da Psicologia, múltiplas explicações para a ocorrência do *efeito disposição* e outras anomalias comportamentais são possíveis. Com essa premissa, os autores arguiram que modelos como a *dissonância cognitiva* podem causar o efeito psicológico. Nesse caso, esse fenômeno cognitivo-psicológico – *dissonância cognitiva* – (FESTINGER, 1957) ocorre porque os seres humanos tendem a favorecer evidências positivas em detrimento de evidências negativas (BREHM; COHEN, 1962).

Em outras palavras, Rabin (1994, p. 178) coloca que a “dissonância cognitiva” ocorre quando uma pessoa faz algo inconsistente com suas crenças. Nesse caso, tal dissonância entre o comportamento e as crenças tende a afetar negativamente os sentimentos e o comportamento individual, de modo que é interpretada como uma situação incômoda para a maioria dos seres humanos.

Hartzmark e Solomon (2012) examinaram contratos e apostas individuais num mercado de jogos de futebol da NFL (*National Football League*), o site *TradeSports.com*. De acordo com os autores, a descoberta de um forte *efeito disposição* nesse tipo de mercado embasaria significativamente a utilização de modelos como a *dissonância cognitiva* e evidenciaria que a *Prospect Theory* parece ser inconsistente e insuficiente para explicar a ocorrência do efeito disposição (BARBERIS; XIONG, 2012; HARTZMARK; SOLOMON, 2012).

Dessa forma, Hartzmark e Solomon (2012) investigaram o impacto do *efeito disposição* nos preços de contratos e, adicionalmente, averiguaram as possíveis causas desse fenômeno cognitivo. Os autores analisaram 525 contratos estruturalmente semelhantes entre os anos de 2003 e 2006. Os contratos estudados pagavam \$10 se o time em que foi apostado ganhasse a partida e \$0 (zero) se o time perdesse o jogo. Como resultados, os autores encontraram algumas ineficiências significativas nos preços dos contratos examinados (sobrevalorização ou subvalorização).

No entendimento deles, essa situação indicaria uma incompatibilidade com o padrão de comportamento predito pela “*curva S*” da *Prospect Theory*, mas ainda consistente com o *efeito disposição* (KAUSTIA, 2010a,b). Então, especialmente nesse tipo de mercado, essa anomalia aparece de forma extraordinariamente forte. Uma das hipóteses para explicar a ocorrência do *efeito disposição* é que, influenciados por aspectos emocionais, subjetivos, os indivíduos tendem a compartilhar um ponto de referência comum para estimar ganhos e perdas (KLIGER; KUDRYAVTSEV, 2008; HARTZMARK; SOLOMON, 2012; LINNAINMAA, 2012).

A partir dos anos 2000, pesquisadores ligados a esse tema parecem ter atribuído e demonstrado maior apoio aos aspectos emocionais (p. ex.: sentimento de *afeto*) como explicação para a relutância humana em realizar perdas e a propensão para realizar ganhos rapidamente em decisões econômico-financeiras (LOEWENSTEIN, 2000; SLOVIC, 2002; FRINO et al., 2004; SAPRA; ZAK, 2008; ANDRADE et al., 2013). Assim, o crescente e consolidado interesse pelo estudo do *efeito disposição* e a compreensão parcial sobre as influências emocionais na tomada de decisão trouxeram novos métodos, novas tecnologias e formas de analisar esse fenômeno comportamental.

Com o intuito de investigar se a *Prospect Theory* fornece explicações robustas quanto à ocorrência do *efeito disposição*, Barberis e Xiong (2009) utilizaram um novo modelo matemático de análise binária (regressão logística) e estudaram o *efeito* em relação a um novo ponto de referência em duas condições distintas: (i) preferências definidas por ganhos e perdas anuais; (ii) preferências definidas por ganhos e perdas realizados. No entendimento desses autores, esse modelo matemático permite averiguar o impacto e a influência de múltiplas variáveis subjetivas na variável dependente (BARBERIS; XIONG, 2009; KAUSTIA, 2010a; BROOKS et al., 2012).

A partir dessa concepção, os autores observaram o comportamento de investidores individuais no mercado financeiro em

relação às preferências da *Prospect Theory*. Segundo eles, em alguns casos a *Prospect Theory* é falha e apresenta inconsistências teóricas enquanto explicação para a ocorrência do *efeito disposição*, o que sugere que é preciso buscar novas explicações para a ocorrência desse fenômeno comportamental.

Em conclusão aos resultados encontrados pelos autores, somente o item(ii), *modelo de preferências definidas por ganhos e perdas realizados*, apresentava robustez e significância estatística para a ocorrência do *efeito disposição*. Essa condição sugere que modelos e análises em nível individual parecem ser mais eficazes para verificar o efeito disposição. Ademais, eles argumentam ainda que, diante desses resultados encontrados, a *Prospect Theory* não é robusta para explicar a ocorrência desse fenômeno comportamental (BARBERIS; XIONG, 2009, 2012; KAUSTIA, 2010a; FIUZA et al., 2012).

Kaustia (2010a) e Hens e Vlcek (2011) também buscaram novas explicações para a causa do *efeito disposição* e questionaram o poder e a capacidade de explicação da *Prospect Theory*. Nesse direcionamento, de modo semelhante ao estudo de Grinblatt e Keloharju (2001), Kaustia (2010a) utiliza um modelo de regressão logística (binária) e apresenta um novo argumento em relação à propensão dos investidores a manter ações perdedoras (*losers*) versus a propensão a vender ações ganhadoras (*winner*s) que estão em um portfólio.

Segundo Kaustia (2010a), o ponto de referência considerado pelos investidores para avaliar a venda ou a manutenção de uma ação na carteira não é o *preço de compra* da ação, mas sim a *decisão de venda* da ação – *preço máximo* –, de maneira que o viés da *reversão à média* não explicaria a causa ou origem do *efeito disposição*. Então, em oposição à *curva de valor “S”* predita pela *Prospect Theory*, cuja propensão marginal a vender uma ação tende a diminuir com o aumento potencial de ganho, o autor sugere uma curva de valor na qual a propensão marginal a vender aumenta quando a ação exibe retorno positivo (ganho). Para ele, a ocorrência do *efeito disposição* parece estar estreitamente relacionada a fatores psicológicos, sendo consistente e melhor explicada por sentimentos subjetivos como a *dor de uma perda* e o *viés do arrependimento* (KAUSTIA, 2010a; HENS; VLCEK, 2011; FIUZA et al., 2012).

Barberis (2012) e Barberis e Xiong (2012), por sua vez, desenvolveram e apresentaram um novo modelo alternativo chamado *Realization Utility* para estudar algumas anomalias cognitivas e comportamentais, como o *efeito disposição*, e que podem ser observadas empiricamente no mercado financeiro. Esse modelo contrapõe os

axiomas básicos (racionalidade plena) do paradigma dominante nas áreas de Economia e Finanças – TUE. Seus autores argumentam que nem sempre os investidores individuais avaliam e tomam suas decisões financeiras de curto prazo exclusivamente com base em expectativas futuras de risco e retorno e derivam a *utilidade* apenas do consumo ou riqueza total. Esses investidores também consideram e ponderam resultados (ganhos/perdas) de decisões anteriores para fazer suas escolhas atuais e derivar uma *utilidade* particular (BARBERIS et al., 2001; BARBERIS; HUANG, 2001).

Então, conforme explicam Barberis e Xiong (2012), há fortes evidências de que os investidores podem derivar *utilidade* a partir de ganhos e perdas realizadas anteriormente com a compra e/ou venda de ações no mercado financeiro. Em outras palavras, a venda de uma ação com prejuízo no passado é percebida pelo indivíduo como um episódio de investimento ruim e sugere uma *utilidade realizada* negativa (HEY; LEE, 2005). O termo *utilidade* está relacionado ao tamanho do ganho ou da perda realizada e é medido a partir da diferença entre o preço de venda e o preço de compra de uma única ação, sendo “positiva” se o investidor realiza um ganho e “negativa” em caso contrário.

Os autores adotaram uma metodologia de análise logística (binária) que permite observar a “explosão de utilidade” que o investidor individual recebe no exato momento da venda de uma ação e também possibilita verificar a presença e a influência de múltiplas variáveis sobre a decisão de venda ou compra de um ativo (BARBERIS; XIONG, 2009, 2012; KAUSTIA, 2010a). Para eles, a hipótese da *Realization Utility* mostra-se consistente, particularmente quando a “utilidade realizada” é associada a uma taxa positiva de desconto intertemporal. Nesse caso, o modelo elaborado pelos autores prevê a exibição de um forte *efeito disposição* em investidores individuais.

Em outro trabalho de neurociência sobre o fenômeno *efeito disposição*, Frydman et al. (2014) utilizaram a metodologia proposta seminalmente por Odean (1998) como base e referência para adaptar e estruturar um novo método alternativo, similar. Desse modo, Frydman et al. (2014) apresentaram um pioneiro modelo neural, alternativo, de neurociência, para estudar e investigar esse efeito/viés cognitivo em nível cerebral. Nesse caso, os autores fizeram uso de um equipamento de imageamento cerebral por ressonância magnética (fMRI) e testaram a consistência da *Realization Utility Hypothesis or Theory* como principal abordagem teórica descritiva e base científica de explicação para o surgimento, a ocorrência e a exibição dessa ilusão cognitiva no agente econômico. Para isso, os autores solicitaram aos indivíduos pesquisados

($n = 28$) que negociassem a compra ou venda de três tipos de ações em um mercado experimental de capitais enquanto medidas da atividade neural eram capturadas. O desenho experimental apresentado em Frydman et al. (2014), tem como base, diretamente, um experimento anterior, não neural, conduzido por Weber e Camerer (1998).

Segundo Frydman et al. (2014), as regiões do cérebro que têm demonstrado correlação com o valor potencial de uma conduta (comportamento/decisão) humana são o *córtex pré-frontal ventromedial (vmPFC)* – região do cérebro associada com a razão, a lógica, as computações matemáticas e os processos cognitivos que envolvem planejamento – e o *corpo estriado ventral (sVt)* – região do cérebro associada ao processamento de expectativas. Então, o indivíduo influenciado pela *utilidade realizada* deveria exibir um forte *efeito disposição* e uma elevada atividade neural nessas áreas do cérebro (BECHARA et al., 1999; FRYDMAN et al., 2014).

Nesse caso, Frydman et al. (2012) observaram e verificaram que os indivíduos pesquisados apresentaram em média um forte *efeito disposição* em suas decisões e que a hipótese da *Realization Utility* parece ser coerente e razoável para explicar a ocorrência dessa anomalia comportamental do investidor individual. Ademais, os autores encontraram a existência de uma correlação positiva entre o tamanho dos sinais neurais e a *força do efeito disposição* e um aumento da atividade neural em regiões do cérebro associadas à *utilidade* – (u) é proporcional a um ganho realizado (BARBERIS; XIONG, 2012; FRYDMAN et al., 2014).

Barberis e Xiong (2012) explicam que a *Realization Utility* é uma consequência de dois processos cognitivos base: (*i*) a formação de um histórico baseado em investimentos anteriores (passado) e (*ii*) a maneira como os indivíduos avaliam seus investimentos separadamente¹⁴.

Sob a ótica do primeiro processo cognitivo, o investidor não pensa sobre o histórico dos seus investimentos de forma linear e contínua em função dos retornos positivos totais obtidos. Em vez disso, ele frequentemente pensa no histórico dos investimentos como uma série de episódios financeiros que podem ser segmentados e definidos individualmente por três coisas: (*i*) o nome do investimento; (*ii*) o preço de compra; e (*iii*) o preço de venda. Um exemplo desse processo cognitivo é o episódio a seguir: “eu comprei um computador da marca

¹⁴ Ver também Hey; Lee, 2005.

IBM por \$80 e o vendi por \$100” (HEY; LEE, 2005; HENDERSON, 2012; BARBERIS; XIONG, 2012).

Sob a ótica do segundo processo cognitivo, Barberis e Xiong (2012, p. 2) explicam que o investidor individual frequentemente utiliza regras heurísticas simples para guiar suas decisões de investimento (KAHNEMAN; TVERSKY, 1974, 1979; KAHNEMAN; FREDERICK, 2005; HARRISON; LAU; RUTSTRÖM, 2009). Nesse caso, o investidor pensa: “vender uma ação com ganho em relação ao preço de compra é uma coisa boa, aumentando a riqueza final em relação ao estado inicial; afinal, é isso o que os investidores de sucesso fazem.” Entretanto, essa mesma regra heurística que gerou o pensamento anterior leva o investidor a pensar na situação oposta, em que o resultado da decisão de vender uma ação é negativo e interpretado como um insucesso profissional.

Contudo, recentemente, Gigerenzer e Sturm (2012) estudaram as relações entre essas heurísticas cognitivas e a racionalidade humana em diferentes ambientes (de risco, incerteza etc.). Os autores investigaram a possibilidade de regras heurísticas serem úteis e precisas (relevantes) e, ainda, de influenciarem positivamente (*trade-offs*) o processo de julgamento e tomada de decisão humana em ambientes de incertezas com grande quantidade de informações disponíveis.

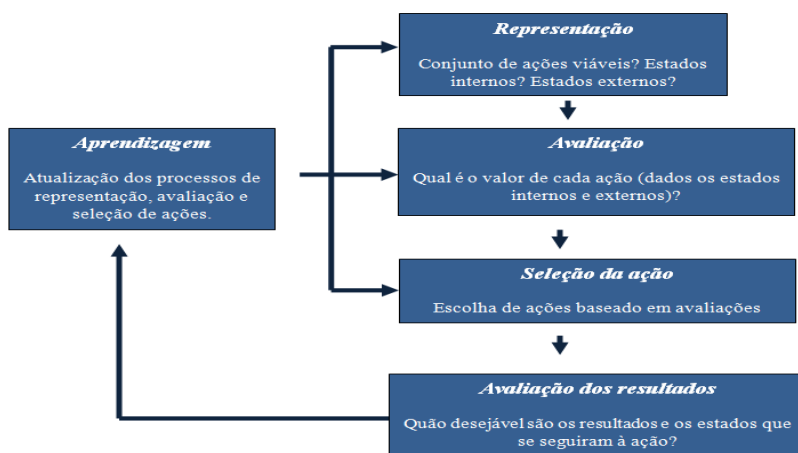
Nesse direcionamento, observou-se que em ambientes específicos, como os sob condições de incerteza, ter uma grande quantidade de informações à disposição para avaliar, analisar e realizar um elevado número de computações cognitivas parece não ser a melhor estratégia a se adotar caso o investidor pretenda agir de forma totalmente racional e busque fazer a melhor escolha, tomando uma decisão ótima, conseguindo a maximização dos *trade-offs*, “princípio do menos pode ser mais” (“*less-can-be-more doctrine*”). Nesse caso, Gigerenzer e Sturm (2012) colocam que, especialmente sob essas condições de incertezas, o investidor individual deveria confiar na lógica e precisão das regras heurísticas a fim de fazer melhores inferências e escolhas racionais (SLOVIC; TVERSKY, 1974; GIGERENZER; STURM, 2012; BARBERIS; XIONG, 2012).

Em relação às computações cognitivas abordadas por Gigerenzer e Sturm (2012), Rangel, Camerer e Montague (2008) explicam que toda vez que um ser humano ou animal faz uma escolha baseada em *valor* (*value-based decision*), cinco processos cognitivos básicos são realizados. Todavia, de acordo com o entendimento desses autores, não há uma rigidez ou ordenação lógica para iniciar e completar uma computação cognitiva, pois existem diversos fatores subjetivos,

intrínsecos e extrínsecos ao *homo economicus*, que podem influenciar os cálculos feitos pelo cérebro.

Assim, Rangel, Camerer e Montague (2008) elaboraram e sugeriram um modelo neurobiológico que engloba os cinco processos cognitivos (*computação cognitiva*) envolvidos na tomada de decisão econômica baseada em “valor”. Conforme explica Padoa-Schioppa (2011), a tomada de decisão econômica sugere a atribuição de valores para as opções disponíveis. A Figura 3, a seguir, evidencia o modelo proposto por Rangel, Camerer e Montague (2008).

Figura 3 – Computações cognitivas básicas envolvidas na tomada de decisão.



Fonte: Rangel, Camerer e Montague (2008, p. 2).

O primeiro processo de tomada de decisão, como explicam Rangel, Camerer e Montague (2008), envolve a construção de uma representação do problema de decisão, o que implica identificar estados internos (p. ex.: nível de fome) e externos (p. ex.: nível de ameaças), bem como estratégias potenciais de ação; o segundo envolve a avaliação das diferentes ações que estão sendo consideradas; já o terceiro é a seleção (escolha) de uma das ações com base nas avaliações particulares (individuais); no quarto processo, depois de executar (tomar) a decisão, o cérebro precisa medir o grau de satisfação em relação ao resultado gerado; e, por fim, no quinto processo, a avaliação dos resultados é utilizada para rever os processos anteriores e melhorar a qualidade das

decisões futuras (RANGEL; CAMERER; MONTAGUE, 2008; PADOA-SCHIOPPA, 2011).

Em contribuição, Gold e Sladlen (2007) construíram um modelo neural do processo de tomada de decisão que busca levar em consideração as reais interações e relações entre o cérebro do agente econômico e o meio ambiente (ver Figura 4). Logo, conforme explicam os autores, o modelo permite que os resultados evidenciados nos experimentos em laboratório sejam analisados de maneira alternativa e ofereçam a possibilidade de uma melhor compreensão da tomada de decisão individual baseada em valor (*value-based decision*). Cabe aqui ressaltar que o modelo econômico de tomada de decisão individual baseia-se em três conceitos principais: o conjunto de ações, as preferências e as crenças (FEHR; FISCHBACHER; KOSFELD, 2005).

Gold e Sladlen (2007) realizaram um estudo neurofisiológico em ambiente experimental (laboratório) procurando identificar e descrever *quais são* e *como* os elementos computacionais básicos são implementados no cérebro humano. Os autores verificaram que a maioria das decisões econômicas ou cotidianas apresentava e compartilhava elementos comuns, que incluem deliberação e esforço cognitivo (empenho). Assim, averiguaram *quais* eram esses elementos computacionais básicos que integram comumente o processo de tomada de decisão individual e estão envolvidos no cálculo (estimativa) da *utilidade* (u) como o produto do valor e da probabilidade de cada resultado potencial de uma decisão.

Nesse trabalho, os autores estudaram a tomada de decisão “*simples*” (*escolha entre duas alternativas (hipóteses – $\{h_n=2\}$) mutuamente exclusivas: (h_1) vender ou (h_2) manter uma ação que está em carteira*). De acordo com eles, além de esse tipo de decisão estar constantemente presente no dia a dia das pessoas, há a possibilidade de estudá-la e investigá-la também em ambiente de laboratório.

Sanfey et al. (2006) apresentam um exemplo ilustrativo de uma tomada de decisão *simples* ($n=2$) e cotidiana, em que, de acordo com os pressupostos da teoria clássica de tomada de decisão (TUE), a melhor opção (*decisão ótima*) entre duas alternativas possíveis é aquela que apresentar a maior probabilidade de ocorrência ponderada pelo seu valor esperado (*utilidade* (u)).

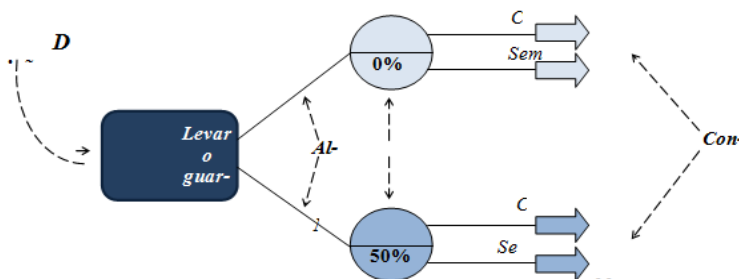
Segundo o exemplo dado pelos autores, ilustrado pela Figura 4, imagine que uma pessoa precise decidir entre levar ou não um guarda-chuva ao sair de casa para ir ao seu trabalho a pé. Segundo os pressupostos básicos da TUE, para calcular e estimar os resultados finais

nessa situação e tentar inferir qual é a opção “ótima”, é preciso combinar o peso das probabilidades (nesse caso $p=0.5$; *experiência anterior* ou *previsão do tempo*) com o valor de cada um dos quatro eventos possíveis. Em seguida, cada um desses resultados precisa ser classificado subjetivamente numa escala de 0 a 100 ($0 = pior\ resultado$; $100 = melhor\ resultado$), que varia de acordo com as crenças e preferências individuais.

Assim, a *utilidade* (u) para a opção de **levar** o guarda-chuva é $[(0.5*60)+(0.5*30)]=45$, enquanto a *utilidade* (u) para a opção de **não levar** o guarda-chuva é $[(0.5*100)+(0.5*0)]=50$.

Portanto, nesse caso, sob a ótica do paradigma (teoria) dominante no contexto da tomada de decisão (TUE), o sujeito deveria preferir e escolher *não levar* o guarda-chuva (SANFEY et al., 2006; HIRSHLEIFER, 2001; KAHNEMAN, 1994; FRIEDMAN; SAVAGE, 1948).

Figura 4 – Decisões simples baseadas em valor: avaliação de utilidades (u).

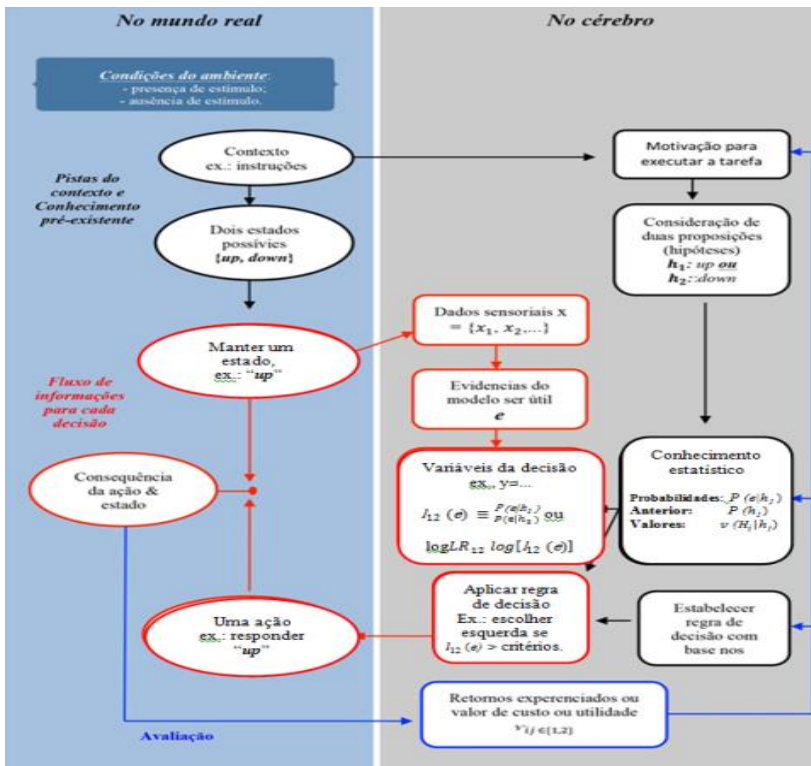


Fonte: Sanfey et al. (2006, p.110)

A partir dessa base, Gold e Sladlen (2007) descreveram os elementos computacionais básicos desse processo decisório com base na teoria de probabilidades (*Probability Theory*), em que: $P(h_i)$ refere-se à probabilidade de h_i ser verdade antes de obter qualquer evidência sobre isso; (e) refere-se às informações que se tem sobre (e possivelmente *quando*) comprometer uma hipótese particular; (v) é o valor de custos e benefícios subjetivos que podem ser atribuídos a cada um dos resultados

possíveis de um processo de decisão; e (DV) é a variável de decisão que representa o acúmulo de todas as experiências e informações passadas (COVAL; MOSKOWITZ, 1999), evidências de resultados e valores interpretados e evocados por regras de decisão para fazer uma escolha. A Figura 5 abaixo nos mostra esse esquema.

Figura 5 – Base neural da tomada de decisão entre duas alternativas.



Fonte: Gold e Sladlen (2007, p.537).

Gold e Shadlen (2007) explicam que o *lado direito* (cor cinza), na Figura 5, representa elementos do processo de decisão no cérebro; os elementos envolvidos pela cor preta estabelecem o contexto; os envolvidos pela cor vermelha formam a decisão; e os destacados com a cor azul avaliam e possivelmente atualizam o processo de decisão. Desse modo, em estudos sobre os desvios comportamentais do ser

humano (*efeito disposição* em investidores individuais) no processo de tomada de decisão simples, parece ser fundamental considerar os aspectos cerebrais envolvidos no processo (p. ex.: esforço cognitivo para realizar cálculos neurais) (GOLD; SHADLEN, 2007; KAHNEMAN, 2011).

Nesse sentido, diferentes tipos de abordagens, dados e metodologias foram e têm sido utilizados por pesquisadores do tema para investigar e estudar o fenômeno cognitivo e comportamental, o efeito disposição. Alguns dos principais trabalhos empíricos desenvolvidos sobre o efeito disposição no campo das Finanças Comportamentais são apresentados no Quadro 1:

Quadro 1 – Alguns dos principais trabalhos empíricos sobre o efeito disposição.

Autores do Estudo/Ano	Dados utilizados	Metodologia	Resultados
Shefrin e Statman (1985)	Transações diárias realizadas por investidores individuais e transações mensais realizadas por fundos mútuos.	Tempo decorrido entre a compra e venda de um título (<i>winner</i> ou <i>loser</i>).	Proporção média de vendas associadas a ganhos > Proporção média de vendas associadas a perdas.
Rangelova (2001)	Transações diárias realizadas por clientes de uma corretora norte-americana entre os anos de 1991 e 1996.	Teste de diferença entre proporções. Regressão <i>Logit</i> .	Efeito disposição não é resultado da Teoria do Prospecto.
	Simulação de	Modelo de análise logística (binária) para	O modelo de ganhos e

<p>Barberis e Xiong (2009, 2012)</p>	<p>duas condições distintas (cenários).</p>	<p>cálculo de ganhos e perdas realizados – “Modelo da realização da utilidade”. Modelo anual de preferências definidas por ganhos e perdas realizadas.</p>	<p>perdas realizadas demonstra maior poder preditivo do que a Teoria do Prospecto na previsão do efeito disposição.</p>
<p>Odean (1998, 1999, 2000, 2001)</p>	<p>Transações diárias de mais de 10.000 contas de uma corretora americana.</p>	<p>Teste de diferença entre proporções PGR e PLR. Análise do desempenho das ações <i>winner</i>s vendidas e das ações <i>loser</i>s mantidas em carteira no ano seguinte (desempenho futuro dos <i>losers</i>).</p>	<p>PGR > PLR, exceto em dezembro, dando força à <i>tax loss selling</i>. Retorno médio das ações <i>winner</i>s > em cerca de 3,4% ao retorno médio das ações <i>losers</i>.</p>

Duxbury e Summers (2007)	Transações realizadas antes do início do Período 2.	Observação da experiência de ter tido um ganho e /ou perda.	Proporção de ativos vendidos em situação de ganho (31%) não semostrou muito diferente daquela observada no que diz respeito a ativos perdedores (24%).
		Teste de diferença entre proporções PGR ePLR.	Experiência situação de ganhos e/ou perdas não é suficiente para produzir ED.
Weber e Camerer (1998)	Dados experimentais coletados em ambiente de laboratório com estudantes universitários (alunos em nível de graduação).	Testar o efeito disposição através de dois pontos de referência (para estabelecer o que são <i>wINNERS</i> e <i>losERS</i>).	Qualquer que seja o ponto de referência escolhido, os resultados agregados para as seis ações nos 14 períodos, revela que a % de ações <i>wINNERS</i> vendidas é > que a de % ações <i>losERS</i> vendidas –
		Preço de compra da ação no momento t ;	verifica-se presença de
		Preço de compra da ação no	efeito

		momento <i>t- 1</i> .	disposição.
Kaustia (2010a)	Experimentos com simulação de cenários.	Método que utiliza a regressão logística para estimar a propensão a vender <i>versus</i> a propensão a manter determinada ação em carteira; propõe a utilização da decisão de venda como ponto de referência para estudar a ocorrência do <i>efeito disposição</i> .	O modelo de análise logística (binária) para cálculo de ganhos e perdas realizados parece melhor explicar e fornecer maior poder preditivo do que a Teoria do Prospecto na previsão do efeito disposição. Contesta a TP como melhor explicação para a ocorrência do efeito disposição.
Frydman et al. (2014)	Experimentos com simulação de cenários em ambiente de laboratório.	Modelo de análise neural para cálculo de ganhos e perdas realizados – “modelo da realização da utilidade”.	O modelo de ganhos e perdas realizadas demonstra maior poder preditivo do que a Teoria do Prospecto na previsão do efeito disposição.

<p>Grinblatt e Keloharju (2001);</p> <p>Feng e Seasholes (2005);</p> <p>Dhar e Zhu (2006)</p>	<p>Simulação de condições distintas (cenários) para estudar o efeito disposição e a propensão a vender, comprar ou manter um ativo.</p>	<p>Modelo de regressão e análise logística (binária) para cálculo de ganhos e perdas realizados</p>	<p>O modelo de Modelo de análise de regressão linear múltipla – <i>logit</i> (binária) – para cálculo de ganhos e perdas realizados parece melhor explicar e fornecer maior poder preditivo do que a Teoria do Prospecto na previsão do efeito disposição. Contesta a TP como melhor explicação para a ocorrência do efeito disposição.</p>
--	---	---	---

Fonte: Elaborado a partir de Simões e Abreu (2012, p. 6).

As evidências empíricas apresentadas no Quadro 1, acima, demonstram que não somente no ambiente do *mercado financeiro/capitais*, mas também no dia a dia, os julgamentos e as decisões financeiras dos indivíduos tendem a ser constantemente influenciadas e impactadas pelo efeito disposição. Dessa maneira, portanto, entende-se como relevantes a elaboração e o desenvolvimento de pesquisas que busquem oferecer novas possibilidades de explicação

para o surgimento desse fenômeno psicológico cognitivo e também de novas respostas para o comportamento “irracional” do tomador de decisão.

Contudo, embora o entendimento a respeito do processo de tomada de decisão tenha avançado significativamente nas últimas quatro décadas, não se conhece, até o presente momento, quais são os reais determinantes do efeito disposição no ser humano (BARBERIS; XIONG, 2012; FRYDMAN et al., 2014; MOREIRA, 2012; HENS; VLCEK, 2011; HARTZMARK; SOLOMON, 2012; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013).

Sobre o futuro das pesquisas nesse campo de estudos científicos, Finanças Comportamentais, Thaler (1999) sugeriu que num futuro próximo o termo “*behavioral finance*” seria percebido como uma frase redundante (THALER, 1999; CAMERER; LOEWENSTEIN, 2004).

2.2 AS NEUROFINANÇAS E A NEUROECONOMIA

As Neurofinanças e a Neuroeconomia são dois jovens e emergentes campos de pesquisa multi e interdisciplinar que aproximaram e incorporaram conhecimentos das Neurociências às áreas de Economia e Finanças, combinaram técnicas de neurociência cognitiva e métodos da economia experimental e introduziram avançadas tecnologias tais como o *imageamento por ressonância magnética funcional (fMRI)* e a *eletroencefalografia (EEG)* ao contexto da tomada de decisão financeira.

Nesse sentido, um dos principais propósitos dessa interdisciplinaridade é permitir o mapeamento e a identificação dos mecanismos e substratos neurais associados às decisões humanas, particularmente neste trabalho às decisões financeiras dos agentes econômicos, bem como o monitoramento, a interpretação e a captura em tempo real das atividades neurobiológicas (bioelétrica cerebral natural) e das operações cerebrais/processos neurais (p. ex.: sinais elétricos e fenômenos químicos) que ocorrem continuamente no principal órgão do corpo humano e centro do sistema nervoso em todos os animais vertebrados, o cérebro. Outrossim, busca oferecer uma melhor compreensão e um maior entendimento sobre os vieses cognitivos por meio da construção de novos modelos de tomada de decisão financeira, alternativos, neurobiológicos (neuroeconômicos), aos quais se pode incorporar múltiplos fatores biológicos e aspectos subjetivos tais como a

ampla heterogeneidade do comportamento humano (agente econômico) em distintos ambientes econômicos. Em outras palavras, com base nessas inovações e informações psiconeurofisiológicas, as Neurofinanças e a Neuroeconomia tentam oferecer novas possibilidades de entendimento e explicação a respeito das causas e da origem das ilusões cognitivas, do real comportamento humano no mercado financeiro, das decisões econômicas de curto prazo, dos erros de julgamento e avaliações, das crenças malcalibradas (“*miscalibrated beliefs*”) e das preferências do agente econômico (BOSSAERTS, 2009)¹⁵.

Sahi (2012) argumenta que, embora poucos estudos empíricos até agora tenham sido desenvolvidos e apresentados no campo das Neurofinanças, os trabalhos realizados têm proporcionado e fornecido significativos *insights* para o contexto da tomada de decisão financeira. O Quadro 2 apresenta uma síntese desses estudos empíricos e alguns dos principais trabalhos desenvolvidos na área de Neurofinanças:

Quadro 2 – Neurofinanças: uma síntese dos primeiros trabalhos e o atual nível de conhecimento no campo – *state of art*.

Autores	Abordagem metodológica do trabalho	Descobertas/Resultados/Conclusões
Kuhnen e Kunutson (2005)	Empírico	Ativação do <i>NAcc</i> (núcleo accumbens) antecede escolhas com riscos e a propensão ao risco, enquanto a ativação da <i>ínsula anterior</i> precede escolhas sem risco e a aversão ao risco. Os resultados deste estudo sugerem que diferentes circuitos neurais ligados ao efeito da antecipação promovem diferentes tipos de escolhas financeiras.
Tseng		Este trabalho reúne contribuições importantes no estudo das finanças, a saber: a hipótese de mercado eficiente,

¹⁵ Para uma revisão e posicionamento crítico sobre as contribuições da Neuroeconomia ver: HARRISON, G. W. Neuroeconomics: A critical reconsideration. **Economics and Philosophy**, v. 24, n. 3, p. 303, 2008.

(2006)	Conceitual	a racionalidade limitada, as finanças comportamentais, as Neurofinanças e a recente hipótese de mercado adaptativo.
De Martino et al. (2006)	Empírico	O efeito “ <i>framing</i> ” foi encontrado especificamente associado à atividade da amígdala, evidenciando a necessidade de incorporar processos emocionais no entendimento da tomada de decisão humana.
Peterson (2007)	Conceitual	Este trabalho demonstra a influência de humores, atitudes e emoções na tomada de decisões financeiras. As evidências indicam que há distintos sistemas cerebrais relacionados como processo decisório e que eles são responsáveis pelo comportamento de propensão e aversão em ambientes financeiros. A ativação excessiva ou supressão de qualquer sistema neural pode levar a erros comportamentais nas decisões de investimento.
Kunutson e Bossaerts (2007)	Empírico	O corpo estriado ventral desempenha um papel na representação da recompensa esperada e a <i>ínsula</i> pode desempenhar um papel mais proeminente na representação do risco esperado.
Tom et al. (2007)	Empírico	O estudo descobriu que a antecipação ou a experiência de perdas leva à diminuição da atividade nas regiões do cérebro que têm sido associadas com a codificação de valor subjetivo, em vez de aumentar a atividade nas regiões que têm sido associadas com as emoções negativas.

Goetz e James (2008)	Conceitual	Este trabalho apresenta uma revisão das descobertas no campo das Neurofinanças e da Neurociência.
Kunutson et al. (2008)	Empírico	Esta pesquisa mostra que a ativação do <i>NAcc</i> aumenta espontaneamente antes de aceitar correr um risco financeiro. E, ainda, a antecipação de diferentes recompensas pode aumentar a ativação do <i>NAcc</i> e até mesmo estímulos aleatórios de recompensas podem influenciar na propensão a assumir riscos financeiros.
Preuschhoff et al. (2008)	Revisão (<i>review</i>) e análise	Sua revisão encontrou que há evidências na literatura de que a atividade em determinadas partes do cérebro pode estar relacionada com as mudanças na recompensa esperada e também com o risco. Encontrou consistência para a teoria de Markowitz.
Kuhnen e Chiao (2009)	Empírico	Os neurotransmissores dopamina e serotonina têm papel importante na tomada de decisão, e os genes que regulam esses neurotransmissores impactam no processamento de informações sobre estímulos de recompensa e punição e estão ligados a traços de personalidade. Quaisquer atividades dentro da <i>ínsula anterior</i> e do <i>NAcc</i> , regiões cerebrais serotoninérgicas e dopaminérgicas, estão associadas com diferenças individuais no comportamento em relação ao risco.
Kuhnen e		Emoções impactam decisões financeiras. Afetam influenciando a formação de crenças sobre

Kunutson (2011)	Empírico	investimento se essas crenças são atualizadas de tal forma que ajudem o indivíduo a manter o sentimento positivo e evitar sentimento negativo. Estados emocionais positivos fazem as pessoas tomarem mais riscos e são o oposto de estados emocionais negativos.
Stenstrom e Saad (2011)	Revisão (<i>review</i>) e Análise	Testosterona pode prever a susceptibilidade a jogos de azar patológicos e aumentar a propensão individual ao risco financeiro.
Wu et al. (2011)	Empírico	Este trabalho procura examinar como vieses financeiros influenciam a atividade neural e a decisão individual. Foram encontradas evidências para o papel dos vieses (desvios comportamentais e cognitivos) na deliberação de escolhas, em razão da influência que eles geram.
Sahi (2012)	Revisão (<i>review</i>) eAnálise	A maior parte das pesquisas no campo das Neurofinanças está focada no estudo do comportamento humano em negociações financeiras. Seria interessante também explorar o funcionamento do cérebro para os comportamentos de outros tipos de investimentos, como decisões de planejamento financeiro pessoal, finanças pessoais, afinal os seres humanos são um conjunto de sistemas complexos e são influenciados por diversos fatores que impactam as preferências e o processo de tomada de decisão.

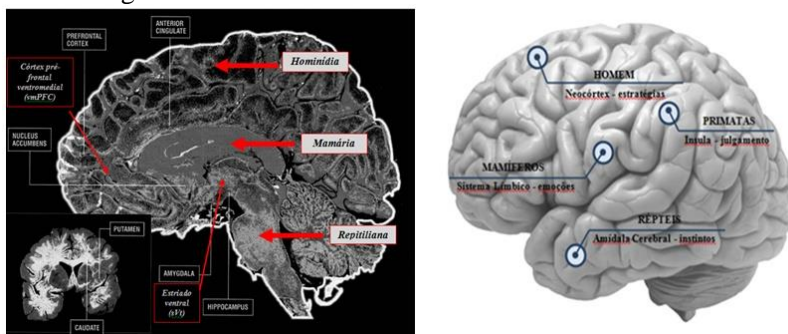
Fonte: Modificado a partir de Sahi (2012, p. 258, tradução nossa).

Assim, diante da complexidade do processo decisório e da capacidade limitada da Psicologia Cognitiva para explicar os diversos comportamentos humanos, recentemente alguns pesquisadores neurocientíficos ligados ao estudo da racionalidade econômica e do comportamento humano no contexto da tomada de decisão introduziram diferentes métodos e tecnologias das Neurociências para estudar e investigar, em nível neural, as relações entre os estados emocionais (*sistema afetivo, emoções*) e os mecanismos e estruturas cerebrais envolvidos no processo de tomada de decisão econômica (KUHNNEN; KUNUTSON, 2005, 2011; LEE, 2005).

2.2.1 As bases neurofisiológicas: o cérebro humano

Assim, para analisar a evolução fisiológica do cérebro humano, geralmente os neurocientistas o dividem em três regiões/estruturas: a *reptiliana*; a *mamária* e a *hominídea* (MACLEAN, 1972, 1985; DALGLEISH, 2004; CAMERER et al., 2005). A Figura 6, a seguir, evidencia essas regiões e destaca algumas áreas economicamente relevantes do cérebro humano:

Figura 6 – O cérebro humano (polo frontal esquerdo) com algumas áreas economicamente relevantes destacadas.



Fonte: Adaptado de Camerer, Loewenstein e Prelec (2005, p. 17).

Nesse sentido, portanto, o cérebro humano divide-se em dois hemisférios: o *esquerdo* (também associado à razão e ao raciocínio lógico) e o *direito* (associado aos pensamentos e às decisões emocionais) (ZWEIG, 2007). Esses hemisférios são interconectados pelo *corpo caloso* (TEPLAN, 2002) e ambos são compostos por uma

camada altamente ondulada na superfície, o *córtex cerebral*. Esses hemisférios apresentam diferenças particulares e estão relacionados com os processos motores e sensoriais do lado contralateral do corpo (TEPLAN, 2002).

Cada hemisfério cerebral consiste em quatro áreas ou *lobos* principais: o *frontal*, o *parietal*, o *occipital* e o *temporal*. O *córtex* é o sistema responsável pelo controle das reações emocionais rápidas e de processos e funções “superiores”, como a linguagem, a consciência, o pensamento abstrato, o planejamento de longo prazo e o raciocínio (MACLEAN, 1972, 1985; ROLLS, 1990; TEPLAN; 2002; GOLDBERG, 2002; MACEDO, 2003; COHEN, 2005; KAHNEMAN; FREDERICK, 2007; HEIM, 2010; FRYDMAN et al., 2014; SAHI, 2012).

O processo de tomada de decisão envolve e depende da ação concomitante e coerente de inúmeros neurônios amplamente distribuídos nas diversas áreas do cérebro, que impõem um papel complementar entre *razão* e *emoção*. Dessa forma, portanto, se existe uma relação entre *estrutura* e *função* cognitiva no cérebro humano, parece ser fundamental descrever e compreender a morfologia cerebral do *homo economicus* distinguindo traços e características particulares.

Sahi (2012) argumenta que tal base teórica está fortemente ligada ao contexto das Neurofinanças e da teoria da tomada de decisão, pois a avaliação dos riscos envolvidos num processo de tomada de decisão está relacionada com o volume (aumento ou diminuição) da atividade elétrica e neuronal em áreas do *córtex insular*, como as *amígdalas* e a *ínsula* (SANFEY et al., 2003). Logo, um aumento da atividade neuronal nessas áreas indicaria o *preço ideal (desejável) de venda* de um investidor. Em tempo, convém observar que a presente pesquisa busca examinar e medir a atividade elétrica de neurônios presentes no *hemisfério esquerdo – lobo pré-frontal do córtex* – de investidores individuais (COHEN, 2005).

Especialmente nas últimas duas décadas, uma série de trabalhos de neurociência nas áreas de Economia e Finanças investigou as relações entre o processo de tomada de decisão e a racionalidade humana (DAMÁSIO, 1994; CHORVAT; McCABE, 2005; TSENG, 2006; CAMERER, 2008a; BARBERIS; XIONG, 2012). Tais estudos têm demonstrado que o processo de tomada de decisão humana não é constantemente regulado pelo *córtex pré-frontal (razão)* e não é amplamente racional (BECHARA; DAMÁSIO, 2005; KNUTSON; PETERSON, 2005).

Fundamentalmente, essa ideia contra-argumenta a visão historicamente dominante no contexto da tomada de decisão (TUE), a qual defende o pressuposto de que as emoções exercem influências negativas no comportamento humano e tendem a afastar o tomador de decisão da racionalidade plena. Assim, ultimamente, as Neurofinanças têm defendido o argumento de que frequentemente estruturas primitivas (p. ex.: *sistema afetivo*) do cérebro também influenciam o comportamento humano no processo de tomada de decisão.

Então, combinando a metodologia experimental a avançadas tecnologias da Neurociência, pesquisadores ligados ao tema observaram que além das regiões corticais (áreas associadas à *racionalidade* humana) havia outras regiões intracorticais no cérebro (*emoções*), que exerciam influência constante e representavam um papel ou um retorno positivo na tomada de decisão. Não obstante, essas descobertas evidenciaram o papel fundamental das emoções no processo de tomada de decisão (DAMÁSIO, 1994; PETERS; SLOVIC, 2000; LOEWENSTEIN; LERNER, 2003; KUHNEN; KUNUTSON, 2005; BECHARA; DAMÁSIO, 2005; SHIV et al., 2005).

Logo, o comportamento decisório humano parece estar diretamente relacionado à interação frequente de dois sistemas neurais: o *cognitivo (razão)* e o *emocional* (SAHI, 2012). Segundo Rolls (1990), o sistema emocional parece ser essencial para o “bom” funcionamento do cérebro humano. Nessa linha de pensamento, Damásio (1994) argumenta que a *emoção* é um componente integral da *razão* e a falta das emoções no processo de tomada de decisão compromete a habilidade de tomar *decisões racionais*.

Portanto, cada vez mais, as Neurofinanças têm investigado os mecanismos e as estruturas cerebrais e incorporado definitivamente as emoções ao contexto da tomada de decisão. Ela também tem contribuído com a teoria econômica e com a teoria da tomada de decisão ao fornecer maior capacidade de compreensão e explicação do real comportamento humano diante de negociações econômico-financeiras (ROLLS, 1990; DAMÁSIO, 1994, 2001, 2003; BECHARA; DAMÁSIO, 2005).

De acordo com Kenning e Plassmann (2005, p. 344), os métodos (técnicas) neurocientíficos frequentemente empregados nos estudos neurofinanceiros podem ser agrupados e diferenciados quanto ao objetivo e procedimento em duas categorias: (i) aqueles que medem a atividade eletromagnética do cérebro; e (ii) aqueles sensíveis a alterações do fluxo sanguíneo ou metabolismo cerebral. Assim, a Tabela 1 abaixo resume e caracteriza as principais técnicas neurocientíficas usadas nos estudos neurofinanceiros.

Tabela 1 – Técnicas de Neuroimagem – Neurofinanças e Neuroeconomia.

(i) Mudanças na atividade elétrica cerebral	(ii) Alterações do fluxo metabolismo sanguíneo/cerebral
Eleetroencefalografia – EEG	Topografia de emissão de Pósitron (PET)
Magnetoencefalografia – MEG	Imagem de Ressonância Magnética funcional (fMRI)

Fonte: Kenning e Plassmann (2005, p.344).

Como expõem Shariff, Al-Khasawneh e Al-Mutawa (2013), cada um desses métodos (técnicas) evidenciados na Tabela 1 possui vantagens e desvantagens. Dessa forma, Camerer, Loewenstein e Prelec (2005) escrevem que a técnica de *EEG* é a mais antiga, por usar eletrodos presos à cabeça humana para medir a atividade elétrica sincronizada a estímulos ou respostas comportamentais. Assim, o *EEG* possui excelente resolução temporal e fornece respostas quase que instantaneamente – aproximadamente após *1 milissegundo (ms)*.

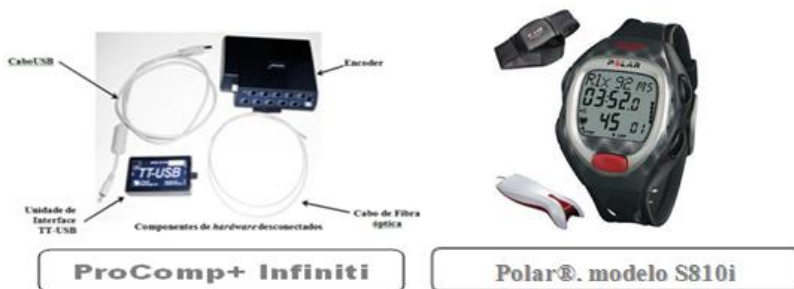
Além disso, o *EEG* é o único método neurocientífico utilizado em humanos e que monitora diretamente a atividade neural. Para experimentos na área de economia, a vantagem é ser portátil e não ser um equipamento invasivo (TEPLAN, 2002). Esse método apresenta vantagem em relação ao método de *brain imaging* (fMRI), uma vez que este fornece apenas evidências associativas e uma ideia geral da atividade cerebral e dos processos neurais que ocorrem na ordem (escala) de *0.1 ms* e *100 ms*.

Dessa forma, Rick (2011) argumenta que, para tentar fornecer maior poder de explicação para os reais determinantes dos desvios comportamentais do agente econômico, ultimamente as Neurofinanças começaram a adotar e utilizar também outras técnicas neurocientíficas de observação e captura de sinais elétricos e imagens do cérebro humano (CAMERER; LOEWENSTEIN; PRELEC, 2005; COHEN, 2005; CAMERER, 2008a).

Convém notar que a presente pesquisa utiliza o seguinte equipamento como técnica de investigação científica¹⁶: o aparelho de EEG e *biofeedback Pro Comp-Infiniti*, uma tecnologia neurocientífica *não invasiva* de medição de **ondas elétricas cerebrais** e *neurofeedback*; e método *não invasivo* de medição e coleta de dados fisiológicos – cardiovasculares (frequência – **HR** e variabilidade cardíaca – **HRV**) (LO; REPIN, 2002; GOULART et al., 2013).

A Figura 7 exhibe os aparelhos portáteis de EEG – *ProComp + Infiniti*, e de ECG – o *cardiofrequencímetro Polar®*. Sem exceção, os eletrodos que integram tais equipamentos são *nãoinvasivos* no corpo e escalpe humanos para registro dos sinais elétricos tanto no hemisfério esquerdo – córtex pré-frontal – “F3” quanto no hemisfério direito – córtex pré-frontal – “F4” (RAY; COLE, 1985).

Figura 7 – Aparelhos: *ProComp+Infiniti* com os componentes desconectados e *Polar S810i*



Fonte: Elaboração própria a partir de *ProComp, Inc.* e GRANT et al. (2013)

Como expõem Camerer, Loewenstein e Prelec (2005), esses métodos da Neurociência têm sido empregados em combinação com a metodologia experimental nos estudos em Neurofinanças para poder capturar dados e imagens do cérebro humano durante a realização de uma tarefa “*experimental*” e, em seguida, comparar essas informações com as de uma tarefa “*controlada*” – linha de base. Em outras palavras,

¹⁶ Para mais detalhes sobre estes e outros equipamentos ver: LIAO, L. et al. Biosensor technologies for augmented brain–computer interfaces in the next decades. *Proceedings of the IEEE*, v. 100, n. 13, p. 1553-1566, 2012.

o objetivo é identificar as regiões do cérebro que são ativadas e que apresentam maior atividade sináptica (conexões elétricas entre neurônios) na tarefa “*experimental*”.

Segundo Kenning e Plassmann (2005, p. 344), em princípio, todos os tipos de tecnologias e ferramentas neurocientíficas podem ser utilizados para investigar a tomada de decisão econômica (KENNING; PLASSMANN, 2005; CAMERER; LOEWENSTEIN; PRELEC, 2005; PETERSON, 2007; CAMERER, 2008a; FRYDMAN et al., 2014).

Como se pode notar, e vem sendo discutido nas seções anteriores, o processo de tomada de decisão do *homo economicus* não é algo simples e de fácil compreensão. Ele mostra-se relativamente complexo e, até o presente momento, é parcialmente explicado. Nesse sentido, como foi visto e apresentado, os modelos econômicos que procuram representar e explicar o comportamento humano diante de decisões financeiras foram sendo aperfeiçoados e evoluíram significativamente ao longo do tempo.

2.2.1.1 As ondas cerebrais e a eletroencefalografia (EEG)

Os recentes avanços dos equipamentos de neurociência, como o *EEG portátil*, em particular para a presente pesquisa, têm possibilitado a criação e o desenvolvimento de novos modelos econômicos alternativos (não genéricos), considerando as múltiplas características do ser humano, a diversidade individual do tomador de decisão e a interação entre o comportamento humano e o meio ambiente.

Esta seção tem como escopo apresentar, de maneira sucinta, informações sobre os equipamentos da Neurociência e os aspectos neurofisiológicos e neuropsicofisiológicos abordados nesta pesquisa para aquisição, medição, processamento quântico e análise de dados neurais (sinais elétricos – ondas cerebrais) captados por meio da eletroencefalografia (EEG) nas áreas de Economia e Finanças.

Nesse sentido, segundo Cacioppo, Tassinary e Berntson (2007, p. 2), a fisiologia é o ramo da biologia e medicina que estuda as múltiplas funções do corpo dos seres humanos e/ou como as diversas partes do corpo funcionam ou trabalham. Por meio de eletrodos distribuídos e posicionados sobre o escalpe humano, os registros de eletroencefalografia (EEG) podem ser feitos em áreas distintas do córtex cerebral.

Aqui, especificamente, utiliza-se o aparelho de EEG ProComp + Infinity com cinco eletrodos de tamanho igual a 10 mm de diâmetro

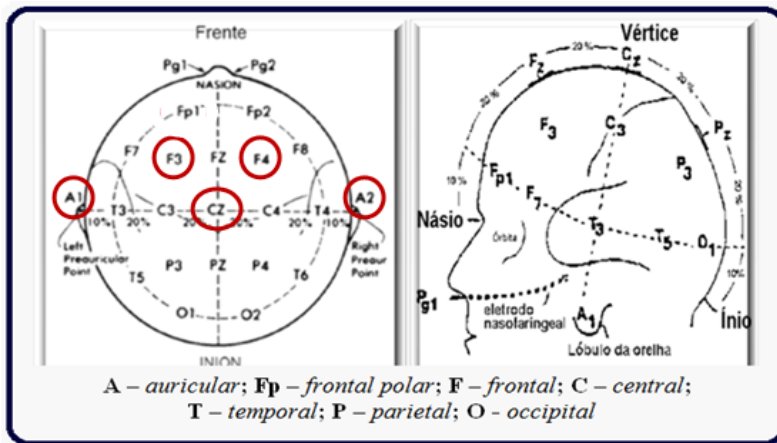
que são afixados à superfície do couro cabeludo, na área da testa esquerda e direita, aproximadamente 8 cm acima das sobrancelhas (área que corresponde às posições “*Fp3/Fp4*”, respectivamente, do córtex pré-frontal, usando-se o Sistema Internacional 10-20 de colocação de eletrodo), para monitorar, medir e capturar os sinais elétricos predominantes no cérebro humano no exato momento da tomada de decisão financeira (Figuras 16 e 17).

Conforme explicam Cacioppo, Tassinary e Berntson (2007), os registros de sinais elétricos medidos a partir da superfície do couro cabeludo no córtex pré-frontal são adequados e relevantes quando se pretende fazer inferências sobre os processos emocionais e a tomada de decisão financeira (TEPLAN, 2002).

Em relação à colocação adequada e ao posicionamento correto dos eletrodos de EEG no escalpe humano, Osborne, Chou e Shen (2011) explicam que, para um adequado registro das atividades elétricas e medição das ondas cerebrais, os eletrodos devem ser posicionados em conformidade com o Sistema Internacional de Posicionamento 10-20 recomendado pela Federação Internacional das Sociedades de Encefalografia e Neurofisiologia. Esse sistema internacional apresenta a nomenclatura das posições de forma padronizada e está baseado na definição das distâncias longitudinais (do “*Násio*” ao “*Inion*”) e transversais (“*pontos auriculares – A1 e A2*”) padrão de 10% a 20% que separam dois pontos quaisquer no escalpe.

Os números ímpares correspondem ao hemisfério esquerdo e indicam pontos ou regiões específicos desse hemisfério. Já os números pares dizem respeito aos pontos localizados no hemisfério direito. Por fim, os pontos localizados na região central ou linha média do cérebro humano recebem a denominação “*z*” (OSBORNE; CHOU; SHEN, 2011). A Figura 8 a seguir demonstra a correta posição de cada eletrodo e destaca as posições investigadas: F3/F4 (RAY; COLE, 1985).

Figura 8 – Posições dos eletrodos no escalpe humano para aquisição do eletroencefalograma – EEG – de acordo com o Sistema Internacional de Posicionamento 10-20 e Posições: ***F3;F4;Cz;A1 e A2***.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Tavares (2011, p.3).

Conforme esclarecem Tomet al. (2007), essa área pré-frontal do córtex cerebral está diretamente associada à lógica, à racionalidade e à tomada de decisão financeira, fato que evidencia ampla relevância para os estudos nas áreas de Finanças e Economia. À vista desse contexto, os autores argumentam que indivíduos que apresentam lesões neurológicas em estruturas pré-frontais têm demonstrado, diversas vezes, uma má gestão em decisões financeiras. Já indivíduos saudáveis, sem lesões nessas regiões, têm demonstrado consistentemente ativação de sistemas pré-frontais durante tarefas financeiras e melhores resultados em decisões econômico-financeiras (equivalente ao controle cognitivo que demonstra sucesso decisório e profissional) (TEPLAN, 2002). A participação do córtex pré-frontal na cognição humana e no processo de tomada de decisão é conhecida desde o caso do operário norte-americano Phineas Gage, apresentado por Damásio (1994)¹⁷.

Desse modo, a partir da extração de dados eletroencefálicos captados pelo aparelho de EEG ProComp+ nas posições F3/F4e também da possibilidade de medir e analisar atividades elétrico-cerebrais na ordem de unidades de milissegundos (RAY; COLE, 1985), torna-se viável investigar o processo de tomada de decisão financeira de investidores individuais e testar teorias econômicas com razoável confiabilidade e precisão nos resultados. O estudo e a análise do processo de tomada de decisão e do comportamento humano nos

¹⁷ Ver também Dumbar, 2009.

campos das Neurofinanças e da Neuroeconomia com o uso de EEG mostram-se amplamente relevantes, pois por meio dessa metodologia é possível buscar identificar o comportamento mental que inferiu as melhores tomadas de decisões correlacionadas com os melhores retornos (%) finais (WANG; JUNG, 2011).

Vasile e Sebastian (2010, p.727) afirmam que diferentes circuitos neurais (núcleo accumbens; ínsula) ligados à ação antecipatória podem promover diferentes tipos de escolhas financeiras e que uma ativação excessiva desses circuitos pode levar os investidores individuais a cometer erros nas decisões financeiras (KNUTSON; BOSSAERTS, 2007).

Outra variável/fator/medida eletroencefalográfica relacionada ao processo de escolha e tomada de decisão humana, amplamente utilizada em trabalhos de neurociência para estudar a atividade cerebral correspondente a processos cognitivos específicos, é denominada de *Potenciais Relacionados ao Evento* (PRE) e também conhecida como *Potencial Evocado*. Há aproximadamente 30 anos, o neurocientista norte-americano Benjamin Libet realizou um estudo neurofisiológico experimental pioneiro sobre as relações entre estados de consciência/inconsciência e a tomada de decisão. O objetivo era averiguar se a tomada de decisão é uma ação ou processo cerebral que ocorre de forma deliberada e consciente ou involuntária e inconsciente. Então, enquanto os participantes da pesquisa executavam algumas atividades específicas de tomada de decisão em ambiente controlado de laboratório, Libet avaliou a atividade cerebral desses sujeitos. No experimento, o neurocientista observou que, em média, aproximadamente 200 milissegundos antes de os sujeitos executarem a tomada de decisão, uma reação neuronal elétrica ocorria no cérebro, que Libet denominou de *potencial de prontidão*, ou *potencial evocado*. Assim, para Benjamin Libet, essa reação cerebral que antecede a ação de tomada de decisão, aproximadamente meio segundo antes de um indivíduo decidir executar o movimento conscientemente, indica que uma escolha inconsciente já aconteceu no cérebro humano. Em outras palavras, os resultados experimentais apontam que, quando um ser humano “acredita” que já decidiu sobre algo, o cérebro já havia tomado a decisão ou feito a escolha milissegundos antes. Portanto, quando um indivíduo precisa tomar uma decisão, momentos antes o cérebro tende a aumentar a atividade elétrica cerebral e começa a recrutar neurônios com informações que serão reunidas e utilizadas para avaliar as opções disponíveis e para fazer a escolha final.

O potencial evocado consiste em um procedimento de EEG pelo qual é feita a captura de potenciais elétricos (sinais) gerados no cérebro humano, os quais são relacionados diretamente a estímulos experimentais e também a intervalos determinados de tempo. Desse modo, Horlings (2008) argumenta que o potencial evocado relacionado a eventos específicos comumente usado em pesquisas neurocientíficas é a onda *P300*, evidenciada nas antecipações de respostas a estímulos típicos. O autor explica ainda que em estudos sobre controle e aprendizagem motora é aconselhável e também importante que se considere o período de latência ou o tempo de reação cerebral a um estímulo externo (TR) ambiental, que pode apresentar variação de amplitude e tempo de 0 (zero) a 300 milissegundos principalmente nas regiões frontais, centrais e parietais. O autor explica ainda que o potencial evocado pela *P300*, além de permitir uma medida exata do tempo de resposta (TR), também pode ser utilizado como um indicativo do grau de atenção de uma pessoa. Ou seja, quando um indivíduo está diante de uma escolha entre duas opções (ex.: comprar ou vender ações) e precisa deliberar uma ação motor-cognitiva de tomar decisões tais como as financeiras (GOLD; SHADLEN, 2007), em aproximadamente 300 milissegundos a resposta motora desse sujeito atinge o pico da *P300*, indicando que o cérebro já reagiu cognitivamente ao estímulo externo (compra ou venda?), evocando uma resposta e sugerindo a decisão na ordem de 300 ms antes (HORLINGS, 2008). Em conclusão, Vasile e Sebastian (2010, p. 727) afirmam que diferentes circuitos neurais (núcleo accumbens; ínsula) ligados à ação antecipatória podem promover diferentes tipos de escolhas financeiras, e uma ativação excessiva desses circuitos pode levar os investidores individuais a cometer erros nas decisões financeiras (KNUTSON; BOSSAERTS, 2007).

Sendo assim, primeiramente são calculados os estímulos que medem os valores dos resultados esperados para cada ação que pode ser desencadeada; em seguida, o cérebro procura calcular os custos associados a cada curso de ação possível; e, por fim, os valores de ação são estabelecidos pela subtração dos resultados de tais processos, desta forma: “*Valor da Ação = Valor do Estímulo – Custo da Ação*” (TOM et al., 2007).

Assim, sabe-se que existem algumas particularidades e características eletroencefálicas comuns a todos os indivíduos, o que permite identificar e classificar diferentes tipos de ondas por meio da verificação da frequência de correntes elétricas medidas em hertz (Hz) e repetições por segundos. No exato momento da tomada de decisão, a

atividade elétrica neural tem predominância no hemisfério esquerdo (córtex pré-frontal – posições “*Fp1/F3*”) e nos lobos parietais tanto de crianças quanto de adultos (RAY; COLE, 1985; TOM et al., 2007). Ademais, a atividade rítmica no córtex é caracterizada pela frequência (medida em hertz – Hz) com que uma onda se repete dentro do intervalo de um segundo (ciclos por segundo). Dessa maneira, as ondas cerebrais podem ser categorizadas em bandas de frequência. As mais comuns são: *delta* (<4Hz), *theta* (4Hz–7Hz), *alpha* (8Hz–13Hz), *beta* (>13Hz) (TEPLAN, 2002).

A Tabela 2 e a Figura 9 apresentam um resumo da classificação e das principais características dessas ondas cerebrais. A Tabela 2, por sua vez, exibe uma síntese das principais descobertas feitas pelo médico psiquiatra alemão Hans Berger (1873-1941) em seus estudos pioneiros nas décadas de 1920 a 1930. Berger estudou as atividades elétricas (conexões sinápticas espontâneas e contínuas) geradas pelo cérebro humano e sugeriu que diferentes variações rítmicas (ondas cerebrais) poderiam estar ligadas a distintos estágios da consciência, cognição e comportamento humano. Hans Berger examinou a eletricidade gerada pelo córtex cerebral observando o desempenho neural de alguns indivíduos durante a execução de diferentes tarefas, como resoluções de problemas matemáticos, quando então a eletroencefalografia desses sujeitos era registrada.

Tabela 2 – Associações entre ondas cerebrais, faixas de frequência e comportamento humano.

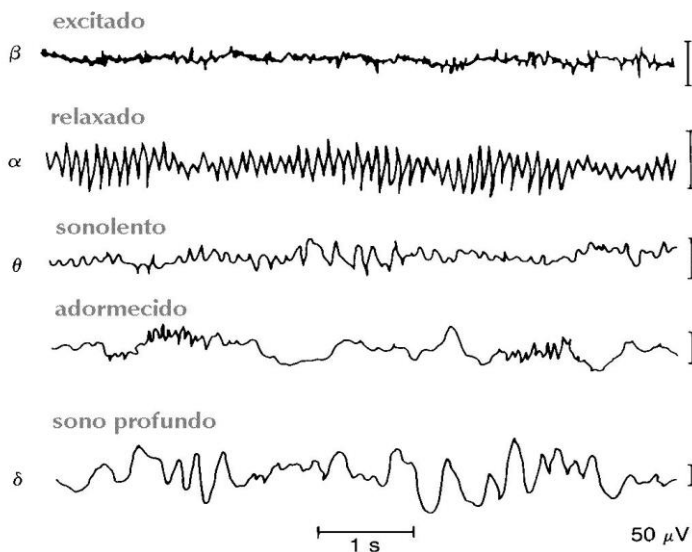
Ritmo	Frequência (Hz)	Descrição de algumas associações
<i>Alfa</i> (α)	8 – 13	Esta faixa de frequência está associada com o indivíduo em estado desperto e relaxado – sem realização de qualquer atividade; maior intensidade com os olhos fechados e em sujeitos normais (ausência de lesões no cérebro); associada a estados de vigília com relaxamento, meditação e também a processos imaginativos e de memorização; o aumento da amplitude da frequência <i>alfa</i> está associado à busca de informações no cérebro – memória de trabalho.
<i>Beta</i> (β)	14 – 30	Essa onda cerebral está associada com estados tensão; ativação intensa do sistema nervoso; melhor observada com <i>alfa</i> bloqueado; a frequência <i>beta</i> está associada a estados afetivos, emoções como: raiva, medo, ansiedade, concentração, antecipação e atenção seletiva.
<i>Delta</i> (δ)	1 – 3	A onda <i>delta</i> apresenta a atividade rítmica mais lenta dentre todas; predominância em crianças com idade inferior a quatro anos; está associada com os estados de sono profundo; em doenças do cérebro; em anestesia profunda.
<i>Teta</i> (θ)	4 – 7	Associada com estados de sonolência e hipnóticos; indivíduo em estado de baixo nível de consciência; também está associada à memória de curto prazo; predominante em crianças dos quatro aos sete anos (infância); evocação de memórias.
<i>Gama</i> (γ)	> 30Hz	Esta faixa de frequência está associada com a absorção eficaz de informações e também com a construção de bloqueios durante um planejamento cognitivo para evitar a perda da atenção seletiva no controle de movimentos; está associada à programação motora.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Tavares (2011, p.2).

Em relação à amplitude e oscilação das frequências (Hz) e à classificação dos valores para cada tipo de onda cerebral (*alfa*, *beta*, *delta*, *teta* e *gama*), Osborne et al. (2011) ressaltam que podem ser encontradas divergências nas definições que subdividem as ondas cerebrais de acordo com os limites máximo e mínimo de frequência elétrica para cada onda cerebral e o respectivo estado mental de consciência, como ritmo *alfa* baixo (9 Hz) e *alfa* alto (10 – 11 Hz).

A Figura 9 demonstra alguns exemplos de ritmos característicos da encefalografia (ondas *alfa*, *beta*, *delta* e *teta*) associados a diferentes estados de consciência de um indivíduo normal (TAVARES, 2011; LARSEN, 2011):

Figura 9 – Formato das ondas cerebrais e registros eletroencefalográficos obtidos em paciente normal.



Fonte: Tavares (2011, p.2).

Dessa forma, dentre as cinco ondas cerebrais evidenciadas acima, o presente trabalho de pesquisa estuda e aborda apenas as *ondas alfa* e *beta* como variáveis neurofisiológicas para investigar as relações com outra variável – a frequência da variabilidade cardíaca (VFC) – como fatores determinantes para o surgimento do efeito disposição (comportamento humano) no processo de tomada de decisão econômico-financeira.

Como visto, as *ondas alfa* e *beta* são associadas a importantes estados de consciência (ou inconsciência) do ser humano, e nesse caso também podem estar relacionadas com a eficácia no processo de tomada de decisão do agente econômico. Estudos recentes em Neurociência têm demonstrado que quanto maior a atividade e predominância da onda *alfa* antes e durante a tomada de decisão, maior a sincronia neural, menor o esforço mental e, conseqüentemente, melhor o desempenho decisório e maior o retorno percentual absoluto final. Portanto, essas variáveis neurofisiológicas podem se mostrar fatores determinantes e fornecer novas respostas para o surgimento do efeito disposição em investidores individuais.

Segundo Sahi (2012, p.257), os recentes estudos em Neurofinanças tentam compreender os mecanismos e as estruturas neurais envolvidos no processo de tomada de decisão financeira e observam que as emoções desempenham um papel amplamente importante nas decisões econômico-financeiras. Eles observam ainda que diferentes partes do cérebro (*sistema límbico ou afetivo – amígdalas – emoções; córtex pré-frontal lateral – cognição*) participam e estão envolvidas quando uma decisão financeira precisa ser tomada (RUSTICHINI, 2005).

Pessoa (2008, p. 148) argumenta que as áreas do cérebro associadas às emoções e à racionalidade – *complexo cognitivo-emocional* – não deveriam ser conceituadas e abordadas de maneira individual, isolada ou específica. Para o autor, essas regiões cerebrais têm demonstrado um alto grau de conectividade e integração entre si e constante interação na regulação dos fluxos de informações durante um processo de tomada de decisão (PESSOA, 2008; SAHI, 2012).

No campo das Neurofinanças e da Neuroeconomia, autores como Frydman et al. (2014), Shiv et al. (2005), Barberis e Xiong (2012), Brooks et al. (2012), Camerer (2003, 2008a), Goulart et al. (2013), entre outros, testaram a consistência e o poder de explicação de algumas teorias econômicas em relação a aspectos comportamentais e neurais que influenciam o comportamento humano (*efeito disposição*) ou até mesmo que determinam o processo de tomada de decisão.

Desse modo, portanto, com a ajuda das Neurociências, que procuram constantemente avançar em relação às tecnologias, métodos e conhecimentos, num futuro próximo, os pesquisadores ligados ao campo das Neurofinanças terão a possibilidade de construir modelos econômicos (interdisciplinares) que possam oferecer uma melhor compreensão acerca da real influência e do impacto das emoções no comportamento humano durante a realização de tarefas cognitivas específicas (eventos) como a tomada de decisões financeiras sob condições de risco (CAMERER, 2008b).

Estudos recentes em Neurociência e Neuroeconomia buscam identificar e apontar circuitos cerebrais relacionados às emoções *positivas* (p. ex.: reconhecimento; valorização) e *negativas* (p. ex.: frustração; raiva; ansiedade e preocupação) presentes no processo de tomada de decisão (KASSAM et al., 2013). Os pesquisadores afirmam que a ênfase das pesquisas é direcionada frequentemente às estruturas cerebrais do córtex pré-frontal (SANFEY et al., 2003) e da amígdala (PHELPS, 2009) como sendo os dois principais componentes desses circuitos e do processo de tomada de decisão racional e emocional.

Assim, as amígdalas estariam associadas com as decisões emocionais e particularmente envolvidas com o sentimento de medo e o afeto negativo (PHELPS, 2006).

Já o córtex pré-frontal, por sua vez, estaria associado à deliberação, à lógica, a processos sistemáticos e à racionalidade, com o estabelecimento de metas, decisões controladas e racionais, que dificilmente gerariam um sentimento de arrependimento após a tomada de decisão, todavia produziriam emoções positivas (BECHARA; DAMÁSIO, 2005; KASSAM et al., 2013; DA SILVA et al., 2013).

Autores como Yoon et al. (2012) e Loewenstein (1996) esclarecem que o cérebro humano é um órgão amplamente complexo e suas estruturas e funções cognitivas ainda são pouco compreendidas em relação ao real comportamento do investidor individual no processo de tomada de decisão. Assim, os autores expõem que o conhecimento das relações entre a anatomia do cérebro e o comportamento humano ainda é incipiente.

Portanto, pela possibilidade de fornecer uma compreensão cada vez mais aprofundada de como o cérebro, a cognição e o comportamento humano são e estão inter-relacionados, a eletroencefalografia (EEG) ganha destaque e relevância como método e técnica neurocientífica para estudos nas áreas de Economia e Finanças. Do mesmo modo, o EEG adquire importância particular para a presente pesquisa por possibilitar o cruzamento de dados e informações com o Sistema Nervoso Central (SNC) e com o Sistema Nervoso Autônomo (SNA) – eletrocardiograma (ECG).

2.2.2 As bases fisiológicas, psicofisiológicas e o *biofeedback*

Considera-se que os aspectos neurais, psicológicos e comportamentais do agente econômico estão correlacionados com o processo de tomada de decisão. Todavia, é importante notar que existem outros fatores envolvidos, tais como biológicos (MATSUSHITA et al., 2007), genéticos (COVAL; MOSKOWITZ, 1999), fisiológicos (YOON et al., 2012) e psicofisiológicos (LO; REPIN, 2002; GOULART et al., 2013) que podem interferir e influenciar nas decisões econômicas individuais e afastar o agente econômico da racionalidade plena predita pela TUE.

Com base na literatura atual, Knutson e Greer (2008, p. 3772) argumentam que o entendimento a respeito das relações entre o estado emocional (variável fisiológica) e as violações da TUE do agente econômico no processo de tomada de decisão ainda é incipiente. Esta

seção, portanto, apresenta e descreve os principais estudos fisiológicos e psicofisiológicos que analisaram relações entre a tomada de decisão e variáveis fisiológicas como as cardiovasculares, como *frequência (HR)* e *variabilidade da frequência cardíaca (HRV ou VFC)*, nas áreas de Economia e Finanças (LO; REPIN, 2002).

Thaler (1999), por exemplo, argumenta que no campo das Finanças Comportamentais estudos sobre as relações entre variáveis fisiológicas e as anomalias do comportamento humano no processo de tomada de decisão no futuro se tornarão tão comuns que seria impensável estudar modelos econômicos sem considerar a influência dos aspectos biológicos. Contudo, antes de iniciar a apresentação dos estudos de Lo e Repin (2002) e Goulart et al. (2013), que são as bases deste capítulo, é importante apresentar alguns conceitos básicos em relação à fisiologia humana.

No campo das finanças, Lo e Repin (2002) apresentaram pioneiramente um estudo sobre a tomada de decisão que analisava variáveis fisiológicas ligadas ao sistema nervoso autônomo (SNA). Outros autores, como Delgado, Labouliere e Phelps (2006), e recentemente Goulart et al. (2013), também buscaram explicações alternativas para as inconsistências comportamentais humanas (*racionalidade limitada*) estudando relações entre variáveis fisiológicas, emoções e tomada de decisão. Esses autores associaram conhecimentos de diversas áreas, como a Psicologia, a Fisiologia e a Neurociência, para investigar a importância das emoções no processo de tomada de decisão no contexto das Finanças e da Economia (LO; REPIN, 2002; DELGADO et al., 2006; GOULART et al., 2013).

Dessa forma, Lo e Repin (2002) e Goulart et al. (2013) investigaram relações entre cinco variáveis fisiológicas associadas a estados emocionais do investidor individual e às violações da TUE no contexto da tomada de decisão financeira. Embora Lo e Repin (2002) e Goulart et al. (2013) tenham utilizado múltiplos indicadores e variáveis biológicas, relacionadas à fisiologia e à psicologia humana, para estudar o fenômeno do *efeito disposição*, a presente pesquisa propõe uma abordagem alternativa – neurobiológica, pautada apenas em aspectos neurofisiológicos e psicofisiológicos (construção teórica ainda não abordada). Nesse caso, as variáveis fisiológicas investigadas e analisadas, e que delineiam o alcance máximo desta tese (delimitação), são frequência cardíaca (*FC/intervalos R-R*) e variabilidade da frequência cardíaca (*VFC*). A definição por tal delimitação de estudo, bem como a opção de analisar apenas as características cardiovasculares individuais dos tomadores de decisão (variáveis fisiológicas do

investidor individual, descritas acima), fundamentou-se na literatura e se pauta pela robustez científica enquanto indicadores (*FC/HR*; *VFC*) e índices (*Intervalos R-R*; *SDNN*; *RMSSD*) que demonstram elevado grau de acurácia, alto poder de precisão e confiabilidade estatística. Representam a variabilidade global e refletem a atividade e a interação dos dois subsistemas (simpático e parassimpático) diretamente associados e modulados (regulados) pelo Sistema Nervoso Autônomo (*SNA*).

Nesse sentido, Sapra e Zak (2008) explicam que se o sistema simpático aumenta demasiadamente a frequência cardíaca – *ação associada com resposta do organismo de “luta e fuga”* – o sistema parassimpático entra em ação imediatamente (*ativação vagal ou do nervo vago*) para inibir essa ação e diminuir o ritmo cardíaco (HAAG et al., 2004). Nesse caso, Lane et al. (2009) explicam que os efeitos ou reações do sistema simpático são apontados na escala de tempo de segundos (s), enquanto os efeitos ou reações parassimpáticas são notados na escala de tempo de milissegundos (ms).

Estudos recentes no campo das Neurofinanças, de base fisiológica (YOON et al., 2012; LO; REPIN, 2002) e psicofisiológica (BARBER; ODEAN, 2001; DAMÁSIO, 1994; SHIV et al., 2005), têm demonstrado que múltiplos elementos de natureza biológica frequentemente tendem a influenciar o processo de tomada de decisão (SUMMERS; DUXBURY, 2012; Da Silva et al., 2013). Entre eles, a assimetria entre cérebros masculino e feminino, a lateralidade cerebral, o tamanho dos dedos, a chamada razão 2D:4D (BAILY; HURD, 2005), os hormônios sexuais (BOSSAERTS, 2009) e o emocional (estados emocionais; experiências/emoções negativas; crença em Deus) (KNUTSON; PETERSON, 2005).

Fig. 10: ANEXO 2

Desse modo, por se propor a estudar aspectos biológicos (ROBSON, 2001; MATSUSHITA et al., 2007; DA SILVA et al., 2013) e psicofisiológicos (LO et al., 2005; GOULART et al., 2013) e incorporar novos fatores subjetivos aos modelos matemático-probabilísticos, essas pesquisas vêm contribuindo significativamente com a teoria econômica em duas frentes principais: 1) construindo novos modelos econômicos e financeiros de previsão, interdisciplinares, que incorporam a subjetividade evidenciada pelos agentes econômicos em contextos reais; 2) apresentando novas abordagens e interpretações

alternativas com maior grau e poder de explicação mais condizente com a realidade, bem como novas possibilidades de entendimento e interpretações sobre as assimetrias do comportamento humano no processo de tomada de decisão econômica (BARBER; ODEAN, 2001; LO; REPIN; STEENBARGER, 2005; MOREIRA, 2012; GOULART et al., 2013; THALER, 1999, 2000; CAMERER; LOEWENSTEIN; PRELEC, 2005; GIGERENZER; STURM, 2012; HENRICH, 2000; BECHARA; DAMÁSIO; DAMÁSIO, 2003; GLIMCHER; RUSTICHINI, 2004; BECHARA; DAMÁSIO, 2005; SHIV et al., 2005; TSENG, 2006; PETERSON, 2007; CAMERER, 2008a; SAHI, 2012).

Recentemente, Goulart et al. (2013), baseados na pesquisa de Lo e Repin (2002), estudaram e avaliaram algumas variáveis psicofisiológicas em relação à causa e à origem do fenômeno *efeito disposição*. Por meio de um simulador de investimentos computacional – *ExpEcon*–, desenvolvido por eles mesmos, e de um equipamento de *biofeedback* (*Nexus-10*¹⁸), Goulart et al. (2013) conduziram múltiplas sessões experimentais em um ambiente controlado (laboratório) e monitoraram o comportamento e as respostas psicofisiológicas de 40 estudantes de graduação em relação à exibição da anomalia *efeito disposição*.

Simulando um mercado de capitais real, os pesquisadores incentivaram os estudantes a buscar a máxima lucratividade possível (melhor retorno percentual final – absoluto) com as negociações financeiras. Nesse caso, todos os indivíduos pesquisados participaram de três sessões experimentais, cujo tempo médio de duração foi de aproximadamente 30 minutos cada. Os estudantes também foram informados de que ao longo de uma sessão experimental, que continha 30 períodos para tomada de decisão, havia a possibilidade de se negociarem seis diferentes tipos de ações. Em relação à disponibilidade de informações sobre essas seis ações, os indivíduos somente tinham acesso ao *preço atual* e ao *preço passado* de cada uma. Goulart et al. (2013) predefiniram a tendência de alta ou baixa para alguns preços dessas ações e utilizaram a restrição descrita acima para afastar a hipótese da *reversão à média* (WEBER; CAMERER, 1998; GOULART et al., 2013).

Com os dados obtidos a partir do simulador de investimentos, Goulart et al. (2013) mediram e calcularam o *efeito disposição* para cada indivíduo (ED^i) pesquisado (ODEAN, 1998). Em seguida, os autores

¹⁸ Cf. disponível em: <<http://www.mindmedia.nl/english/index.php>>.

realizaram uma série de relações entre o *efeito disposição* encontrado e as respostas das *variáveis psicofisiológicas* dos estudantes. Desse modo, os autores observaram que, embora não tenha sido encontrada correlação estatisticamente significativa entre as variáveis psicofisiológicas individuais e o *efeito disposição*, quando os indivíduos foram reunidos em dois grandes grupos amostrais, a correlação foi verificada.

Ademais, Goulart et al. (2013) verificaram que os indivíduos que exibem maior *efeito disposição* são aqueles que apresentam baixa variabilidade da frequência cardíaca (VFC), menor temperatura corporal (*body temperature*) e maior nível de suor na pele (*characteristic-skin conductance response*). Os autores verificaram ainda que pequenas modificações na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a tomada de decisão financeira tendem a influenciar e podem alterar significativamente a atitude do investidor profissional em relação à exposição a risco (BOSSAERTS, 2009; LO; REPIN, 2002).

2.2.2.1 As bases psicofisiológicas (emoções)

Em relação às bases psicofisiológicas, Goulart et al. (2013) argumentam que o *estado emocional* do ser humano é outra característica psicofisiológica importante que pode influenciar significativamente o modo como os seres humanos tomam suas decisões econômicas e financeiras, de tal modo que distintos estados emocionais ou até mesmo apenas semelhantes entre si podem levar o agente econômico a tomar diferentes decisões financeiras. Até aproximadamente o início dos anos de 1970, a ideologia paradigmática (TUE) que predominou no contexto da teoria da tomada de decisão foi a de que a *emoção* e a *razão* são fenômenos da existência humana “*distintos entre si*” e, por isso, as emoções não influenciam ou interferem nas decisões econômicas de curto prazo (VON NEUMAN; MORGENSTERN, 1944; ZWEIG, 2007).

Atualmente, o entendimento sobre as interações e relações entre a emoção e a razão no contexto da teoria da tomada de decisão tem como base e é formulado pelas Neurofinanças quando propõe que a emoção seja parte constituinte do sistema nervoso do ser humano e, invariavelmente por isso, esteja presente em todas as suas manifestações. Todavia, convém ressaltar que não faz parte do escopo da presente seção a observação de sentimentos específicos (DAMÁSIO, 2001), uma vez que o objetivo aqui é examinar alterações fisiológicas

relacionadas aos diferentes “estados emocionais” do ser humano, também aqui denominados “emoções” (DAMÁSIO, 1994; DOLAN, 2002).

Nesse sentido, Goulart et al. (2013) analisaram relações entre variáveis psicofisiológicas (estados emocionais) (ANDRADE; ARIELY, 2009) e as violações da TUE em decisões econômico-financeiras. Esses autores utilizaram a metodologia experimental combinada com avançadas técnicas e ferramentas das Neurociências e avaliaram a hipótese de seis características psicofisiológicas serem fatores correlacionados com o surgimento do efeito disposição no tomador de decisões.

Em outras palavras, tanto Lo e Repin (2002) quanto Goulart et al. (2013) averiguaram se alterações fisiológicas relacionadas ao estado emocional de investidores individuais (estudantes universitários), bem como características psicofisiológicas, poderiam ser a explicação para o surgimento das anomalias cognitivas e comportamentais que violam a TUE e, frequentemente, influenciam a tomada de decisão financeira. Como resultados, Goulart et al. (2013) encontraram correlações positivas entre a ocorrência do efeito disposição e três das seis variáveis psicofisiológicas estudadas: resposta galvânica da pele (**GSR**); temperatura corporal (*extremidades*); e frequência cardíaca (**FC**). Então, segundo Goulart et al. (2013), os indivíduos que tendem a apresentar maior *efeito disposição* (**ED**) em suas decisões financeiras são aqueles que suam mais e que apresentam menor temperatura corporal e frequência cardíaca.

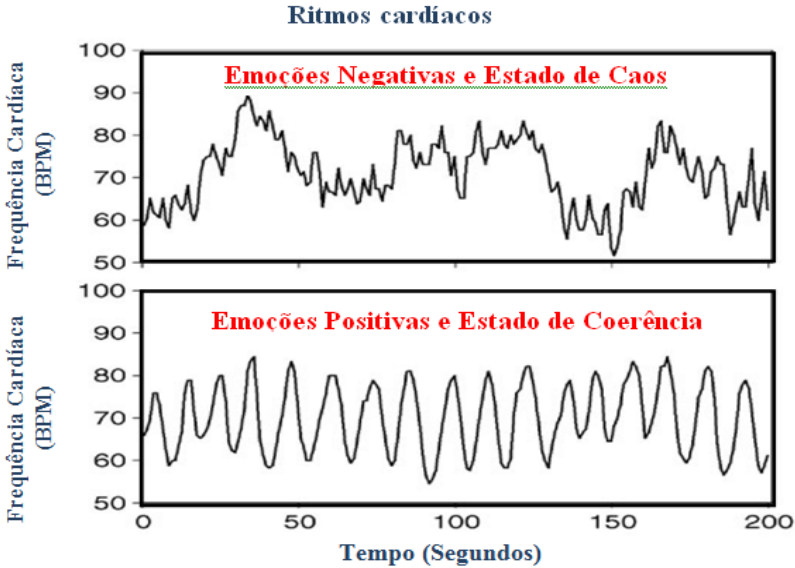
Assim, diferentes *estados emocionais* ou fisiológicos podem influenciar significativamente o processo de tomada de decisão financeira do agente econômico, seja interferindo nas computações matemáticas necessárias para fazer uma escolha racional, seja modificando as atitudes em relação à exposição a riscos (LOEWENSTEIN, 1996; BOSSAERTS, 2009). Todavia, no que tange às bases fisiológicas, ainda não se sabe quais são, de fato, as variáveis fisiológicas e/ou os estados emocionais que determinam o surgimento do *efeito disposição* no ser humano. Tal incerteza talvez seja uma das razões pelas quais as emoções vêm recebendo cada vez mais atenção e ganhando espaço nas áreas de Economia e Finanças (DOLAN, 2002; SUMMERS; DUXBURY, 2012; YOON et al., 2012).

Segundo Haag et al. (2004), as emoções experimentadas pelo ser humano são refletidas diretamente no ritmo do coração (ver Figura 11) e, nesse caso, a análise da VFC tem demonstrado que distintos padrões rítmicos do coração caracterizam diferentes estados emocionais.

Ao contrário do que inúmeras pessoas acreditam, o padrão do ritmo dos batimentos cardíacos não é “monotonamente” regular, ou seja, ele se mostra complexo e dinâmico, apresentando oscilações multifrequenciais a todo instante. Em outras palavras, o padrão de VFC (ou flutuações naturais do ritmo cardíaco) é extremamente sensível a mudanças nos estados emocionais dos indivíduos, apresentando covariância em tempo real. Então, o surgimento de emoções negativas como raiva, frustração, ansiedade ou estresse durante um processo de tomada de decisão financeira, por exemplo, pode provocar alterações na sincronia entre os ramos simpático e parassimpático, tornando o ritmo cardíaco e respiratório irregular (*RSA*) e desordenado: “*incoerência cardíaca*”.

Por isso, a VFC pode ser considerada uma variável e medida neurofisiológica que reflete de forma plenamente confiável as interações dinâmicas entre coração-cérebro (*heart-brain*) e o SNA. Por isso, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem demonstrado ser uma ferramenta particularmente útil para avaliar as interações entre o coração e o cérebro no contexto da tomada de decisão (APPELHANS; LUECKEN, 2006; DAMÁSIO, 2001; DOLAN, 2002).

Figura 10 – Padrões do ritmo cardíaco quando afetado por emoções negativas/positivas e representativos de diferentes estados emocionais do ser humano.



Fonte: Elaboração própria a partir de McCratty et al. (2009, p. 24).

Convém ressaltar que a Figura 11, além de exibir dois comportamentos característicos das batidas do coração quando este é influenciado e afetado por diferentes emoções, também demonstra dois distintos padrões de onda do ritmo cardíaco que estão associados a diferentes estados emocionais do ser humano, como o estado de *caos* e o de homeostase (equilíbrio), *também denominado estado de coerência cardíaca*, que em geral ocorre e pode ser observado quando um indivíduo consegue manter uma frequência de seis respirações por minuto ($\cong 0.1\text{Hz}$). (LO; REPIN, 2002; CAMERER et al., 2005).

Nessa perspectiva, Loewentein e Lerner (2003) ressaltam que o modelo dominante no contexto da tomada de decisão (TUE) pressupõe que o agente econômico tenta, constantemente, prever as consequências emocionais associadas com cada opção de escolha e, logo depois, seleciona a alternativa que maximiza a emoção positiva e a *utilidade* (u) e minimiza a emoção negativa.

Lo et al. (2005) também estudaram a consistência racional do comportamento de 80 investidores individuais examinando relações entre as variáveis emoção, tomada de decisão financeira em tempo real e desempenho (*performance*) financeiro. Como resultado, os autores

verificaram que os indivíduos que demonstraram pior desempenho financeiro indicado pelo retorno percentual final nas negociações econômicas de curto prazo foram aqueles que apresentaram reações emocionais (fisiológicas) em maior nível de intensidade, tanto para o ganho quanto para a perda (HARINCK et al., 2007).

Da Costa Júnior, Mineto e Da Silva (2008b) também analisaram a tomada de decisão econômica e as diferenças de preferências do investidor individual em relação à variável gênero em situações com riscos financeiros (CROSON; GNEEZY, 2009). Segundo os autores, considerando os aspectos racionais e emocionais quanto à variável gênero (homem e mulher) do investidor individual (BAJTELSMIT; BERNASEK; JIANAKOPLOS, 1999), os homens tendem a ser mais propensos a riscos (BARBER; ODEAN, 2001) e também apresentam maior predisposição para exibir e sofrer o *efeito disposição* quando comparados às mulheres. Tal diferença pode estar associada a aspectos neuropsicofisiológicos como o fato de o cérebro de homens e mulheres possuir tamanho desigual e por considerar e interpretar de maneira diferente riscos, ganhos, perdas e mudanças em pontos de referência (LOEWENSTEIN, 1996; LOEWENSTEIN; LERNER; 2003; LO et al., 2005; HARINCK et al., 2007; DA COSTA JR. et al., 2008b; BOSSAERTS, 2009).

Dentre os diversos métodos e técnicas, lineares e não lineares, que podem ser utilizados para a avaliação ou análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), destacam-se os realizados no domínio do tempo ou no domínio da frequência – análise espectral –, ambos *métodos lineares* de análise. A Tabela 3 a seguir apresenta uma breve descrição de alguns dos principais métodos de análise da VFC:

Tabela 3 – Métodos e Índices de Análise da VFC.

Variáveis	Unidade	Descrição
-----------	---------	-----------

Medidas Estatísticas		
Média & STD FC	bpm	Média e desvio-padrão das séries da frequência cardíaca;
Média & STD RR	ms	Média e desvio-padrão das séries do intervalo R-R;
SDNN	ms	Desvio-padrão de todos os intervalos R-R normais consecutivos;
RMSSD	ms	Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos;
pNN50	%	O valor percentual das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes que excedem 50 ms;
Medidas Espectrais (paramétricas e não paramétricas)		
Frequência de picos	Hz	Frequências de pico da densidade espectral da potência (<i>Peak frequency</i>) de frequência VLF, LF e HF;
LF/HF	%	Razão entre as potências das bandas de frequência LF e HF em [ms^2].

Fonte: Elaborado a partir de Niskanen et al. (2004, p. 75, tradução nossa).

Dentre os múltiplos métodos de análise da VFC apresentados na Tabela 3, a presente pesquisa procura examinar os seguintes índices ou medidas estatísticas como método não invasivo de análise linear da VFC no *domínio do tempo*: *SDNN*, *pNN50*, *RMSSD* e Intervalos *R-R* normais dos batimentos cardíacos (ver Figura 12).

Contudo, para averiguar as relações entre o efeito disposição e as variáveis neurofisiológicas, optou-se por adotar uma abordagem que utiliza apenas a medida estatística ou o índice de análise linear da VFC:

“Intervalos R-R” como variável fisiológica e cardiovascular. Em termos quantitativos, Haag et al. (2004) apresentam a equação 12 como um método matemático para calcular e obter o valor de um intervalo R-R(HR), que aqui serve como base e referência e é utilizado como indicador da VFC do investidor individual:

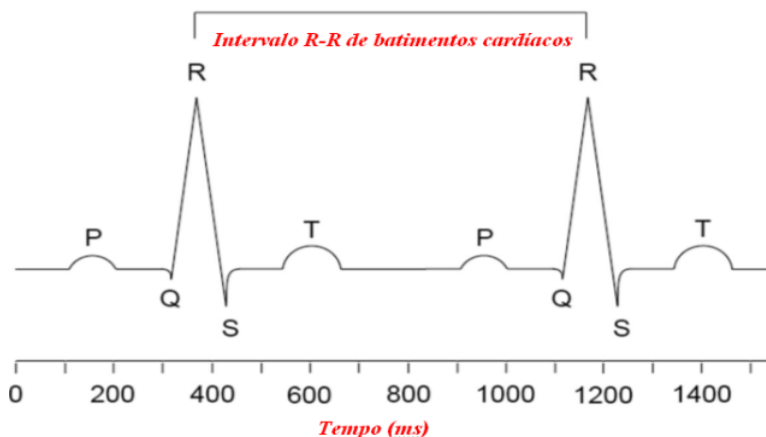
$$HR(n) = \frac{1}{60} \cdot \frac{t_{HB}(n) - t_{HB}(n-1)}{f_s}$$

(12)

Na equação (12), HR representa a frequência cardíaca, t_{HB} é a diferença entre dois complexos QRS consecutivos e f_s = filtro de 60Hz tem por finalidade eliminar a influência de artefatos nos sinais elétricos cardiovasculares.

Cabe notar que tal abordagem está embasada e é fundamentada em estudos como o de Niskanen et al. (2004), que afirmam que a VFC pode ser definida por meio da análise dos intervalos R-R, definidos como sendo a distância temporal, na unidade de milissegundos (*ms*), entre dois *picos R* consecutivos. A Figura 12 demonstra e ilustra a eletrofisiologia ou comportamento de um *pico R* em forma de onda durante um eletrocardiograma (ECG):

Figura 11 – Eletrocardiograma representando dois batimentos cardíacos sucessivos e a forma eletrofisiológica de uma onda durante uma batida do coração.



Fonte: Appelhans e Luecken (2006, p.232).

Dessa forma, a tomada de decisão financeira pode ser fortemente influenciada por fatores fisiológicos e psicológicos (estados emocionais), assim como por aspectos biológicos (MATSUSHITA et al., 2007; DA SILVA et al., 2013).

Nesse caso, a **FC** e/ou a **VFC** são fatores fisiológicos que, isoladamente ou em combinação com as variáveis neurofisiológicas, podem ser responsáveis por determinar o surgimento do efeito disposição no investidor individual. Uma investigação criteriosa e aprofundada das relações e interações entre esses elementos biológicos (biocaracterísticas) e entre as violações da TUE no contexto da tomada de decisão financeira pode oferecer novas explicações e fornecer interpretações alternativas sobre as causas e a origem do fenômeno *efeito disposição*. Isso também pode oferecer interpretações alternativas que permitam uma melhor compreensão do comportamento do agente econômico no mercado financeiro (LO; REPIN, 2002; KUHNEM, 2007; CAMERER, 2008; SAPRA; ZAK, 2010; SAHI, 2012; FRYDMAN et al., 2014; GOULART et al., 2013; LOEWENSTEIN; PRELEC, 1992; DA SILVA et al., 2013).

Dessa forma, por meio da realização de estudos empíricos experimentais em ambiente controlado de laboratório no contexto da tomada de decisão, as pesquisas no campo das Neurofinanças vêm demonstrando que as pessoas nem sempre se mantêm racionais ao tomarem decisões (SIMON, 1957; KAHNEMAN TVERSKY, 1974), o que fornece claras evidências de que o comportamento apresentado pelo

investidor individual em decisões econômicas e financeiras de curto prazo e sob condições arriscadas não reflete o comportamento do modelo normativo (axiomático; racionalidade plena) como prediz o paradigma dominante (TUE) (SIMON, 1978).

O fato é que o processo decisório é uma constante influenciada por variáveis mutáveis. Contudo, as pessoas tomam decisões em bases limitadas ou com incompletas evidências, isto é, elas não percebem que informações relevantes estão faltando.

Sob o ponto de vista acadêmico, há a necessidade de validar em ambiente controlado de laboratório os resultados encontrados anteriormente por Kaustia (2010a), Barberis e Xiong (2009, 2012), Goulart et al. (2013) e Frydman et al. (2014) e avançar um passo adiante em relação às descobertas evidenciadas por esses estudos. Dessa maneira, o estudo das relações de fatores biológicos e psicológicos do investidor individual pode fornecer novas possibilidades de explicação, entendimento e compreensão do comportamento humano, bem como oferecer interpretações alternativas sobre os fatores motivadores e determinantes do fenômeno efeito disposição (BROOKS et al., 2012).

3 MÉTODO E *DESIGN* DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os aspectos metodológicos que norteiam a presente pesquisa e descritos o delineamento da pesquisa, o desenho do experimento, as hipóteses investigadas, os métodos e procedimentos utilizados para a coleta de dados e, por fim, as respectivas técnicas de tratamento e análise dos dados.

3.1 *DESIGN* DA PESQUISA

O desenho do experimento e da simulação computacional de investimentos que se pretende adotar na presente pesquisa tem como referência (base) os modelos utilizados por Frydman et al. (2014) e também por Goulart et al. (2013). Para estudar o efeito disposição e testar as violações do comportamento humano em relação aos axiomas básicos do paradigma dominante (TUE), propõe-se desenhar um experimento com características mistas (HARRISON; RUTSTRÖM, 2009) dessas duas pesquisas (referência): **(a)** o uso de computador e um desenho simplificado como em Goulart et al. (2013); e **(b)** uma metodologia de simulação computacional de investimentos e tomada de decisão econômica como em Frydman et al. (2014).

Para Friedman e Cassar (2004), a utilização conjunta ou combinada de simulações computacionais de investimentos e do método experimental em pesquisas que objetivam testar a predição de modelos e consistência de teorias (p. ex.: TUE; efeito disposição; *Realization Utility*) tem demonstrado ser uma ferramenta metodológica útil e adequada (HARRISON; RUTSTRÖM, 2009), assim como para avaliar preferências e atitudes individuais em relação ao risco e também estudar inconsistências (ou consistências) do comportamento humano em ambiente controlado de laboratório (HEY, 2002).

Tal estrutura metodológica permite ao pesquisador desempenhar um maior e melhor controle sobre as variáveis endógenas e exógenas envolvidas no experimento, isolando exatamente o que se pretende estudar. Ademais, o delineamento experimental possibilita a criação de modelos de mercados e situações específicas que simulam um mercado econômico e financeiro real de forma clara e compreensível, na qual a simplicidade é um elemento fundamental e que tende a reduzir as ambiguidades nas interpretações dos resultados do estudo (PLOTT, 1986b; SMITH, 2002; FRIEDMAN; CASSAR, 2004).

3.1.1 Modelando o experimento

Os procedimentos metodológicos propostos e que se pretende adotar nesta pesquisa estão baseados nas técnicas empregadas pela economia experimental.

3.1.2 Apresentação do modelo de simulação de investimentos: *Investor*

O desenho experimental de Frydman et al. (2014), que simula um mercado financeiro com três diferentes tipos de ações, foi adaptado e desenvolvido a partir de um modelo anterior, não neural, conduzido seminalmente por Weber e Camerer (1998). Não obstante, na presente pesquisa, o modelo de simulação computacional adotado por Frydman et al. (2014) é utilizado como base para o desenvolvimento de um *software* computacional que simula um sistema (mercado) financeiro simplificado para pessoas físicas (investimentos em ações), denominado *Investor*. Este tem a finalidade de colocar os participantes desse experimento diante de situações específicas que visam testar o efeito disposição e, concomitantemente, verificar violações em relação aos axiomas da TUE.

O *Investor* foi adaptado, desenvolvido, estruturado e sistematizado por Diego Schmaedech Martins, mestre em Informática, membro e pesquisador permanente do Laboratório de Educação Cerebral (LEC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Cabe destacar que o desenho de simulação de investimentos que se pretende utilizar na presente pesquisa apresenta algumas características particulares descritas a seguir:

- a) Desenho da simulação computacional com maior número de telas e menor quantidade de períodos de simulação ($t = 30$) por sessão experimental para tomada de decisões financeiras se comparado ao padrão da simulação ($t=108$) estabelecido por Frydman et al. (2014). Optou-se por restringir e reduzir a quantidade de períodos de simulação ($t=30$) em cada sessão, uma vez que nesta pesquisa a simulação de investimentos a ser implementada em computador e utilizando o equipamento ProComp+Infinity tem apresentado limitações, como desconforto, quando em períodos longos. Cabe ressaltar que o presente estudo está em linha com Goulart et al. (2013).
- b) Desenho do experimento e simulação computacional de investimentos em ações com o mesmo número de períodos ($t =$

- 30) para a tomada de decisão financeira de curto prazo que em Macedo Jr. (2003), em que a cada participante é oferecida a oportunidade de tomar vinte e uma ($t = 21$) decisões financeiras de curto prazo (comprar, vender – condicionado a manter três diferentes tipos de ativos/ações) envolvendo opções de escolha simples e probabilidades, em situações arriscadas (RABIN, 2002).
- c) Mantém a simplicidade de um *software* de simulação computacional como os utilizados em Frydman et al. (2014) e Goulart et al. (2013). Um desenho simples, claro, objetivo e de fácil compreensão permite ao pesquisador um melhor controle do experimento e observação das variáveis estudadas, assim como tende a reduzir as chances de distração do participante durante a realização da sessão experimental.
 - d) A simulação computacional *Investor* gera e registra automaticamente, ao final de cada sessão experimental, um arquivo de saída final (formato *.txt*) que contém um relatório das negociações e dados das decisões de venda ou manutenção de ativos dos participantes. Tal relatório possibilita que cálculos de risco e retorno sejam realizados, assim como permite o cálculo do efeito disposição, que é objeto deste trabalho.
 - e) Desenho do experimento com características mistas dos modelos utilizados pelos trabalhos de Frydman et al. (2014) e Goulart et al. (2013), com registro e verificação simultânea de variáveis de fisiologia (VFC) e neurofisiologia (ondas cerebrais *alfa* e *beta*) durante a realização de uma simulação computacional de investimentos em ambiente controlado de laboratório – artificial;
 - f) Utiliza diferentes formas de incentivo (*monetário* e *não monetário*) e oferece múltiplos benefícios aos participantes: pontuação extra (+1.0 ponto) na nota da última prova específica do semestre (MOORE; TAYLOR, 2007); cada participante recebe pequenas recompensas monetárias, em moeda corrente (R\$), conforme o retorno absoluto final obtido no experimento (DA COSTA JR.; GOMES et al., 2001; BARBERIS; HUANG, 2001; BARBERIS; XIONG, 2012; FRYDMAN et al., 2014); nesse caso, objetiva-se apenas e tão somente aumentar o grau de comprometimento dos sujeitos participantes na simulação e com a pesquisa, bem como estimular a busca desses indivíduos pela maximização do lucro

final da carteira ao término de cada sessão de simulação (SMITH, 1976; FRYDMAN et al., 2014).

Em relação à relevância e ao efeito dos incentivos financeiros oferecidos e distribuídos em pesquisas experimentais de laboratório nas áreas de Economia e Finanças, Hertwig e Ortmann (2001) afirmam que parece haver um consenso entre os pesquisadores-economistas de que tais incentivos ou recompensas financeiras tendem a influenciar as atitudes em relação ao risco (HOLT; LAURY, 2002) e o engajamento do participante no estudo (GOULART et al., 2013), afetando o desempenho absoluto (retorno percentual final) dos participantes da pesquisa experimental para melhor (SMITH, 1991; SMITH; WALKER, 1993; READ, 2005). Entretanto, Hertwig e Ortmann (2001) argumentam que tais incentivos financeiros tendem a demonstrar maior grau de importância, eficiência e eficácia em algumas áreas do que em outras.

Desse modo, a seguir descreve-se o *modus operandi* do *software Investor*, que simula um mercado financeiro de ações simplificado para pessoas físicas e é utilizado nesta pesquisa para detectar o efeito disposição e verificar características neurofisiológicas e fisiológicas relacionadas ao surgimento dessa ilusão cognitiva.

3.1.3 O modus operandi do sistema Investor

O *Investor* possui código aberto (*open source*), o que permite que outros pesquisadores tenham livre acesso ao *software*. Há quatro diferentes tipos de telas (ver Figura 13) que são apresentadas e avançam consecutivamente na seguinte ordem: *tipo 1* – tela que contém e descreve as instruções e informações iniciais do experimento; *tipo 2* – tela de atualização de preços apresentada durante 2 segundos; *tipo 3* – tela em branco (sem qualquer informação) exibida por aproximadamente 1,3 segundo entre as telas *tipo 2* e *tipo 4* para separar temporalmente a atividade neural associada com a tomada de decisões; *tipo 4* – tela de negociação exibida e disponível para tomada de decisão financeira pelo tempo máximo de 5 segundos, ou seja, em até 5 segundos os sujeitos participantes precisam tomar uma decisão, caso contrário o computador selecionará randomicamente uma resposta e tomará a decisão pelo indivíduo.

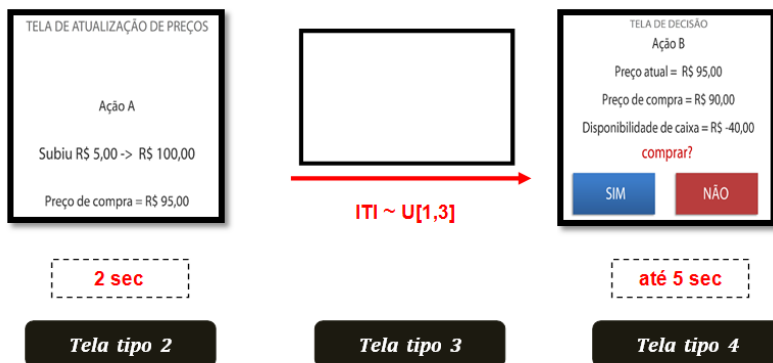
Cabe aqui um parêntese para esclarecer que, embora neste trabalho o tempo disponibilizado (5 s) para as tomadas de decisão financeira tenha sido ampliado em relação ao tempo utilizado (3 s) em

Frydman et al. (2014), e em linha (3-10 s) com Engelmann et al. (2009), a escolha pela opção em definir o tempo para a tomada de decisão em 5 s fundamentou-se na literatura (potencial evocado – P300) e num experimento-piloto realizado com a finalidade de “calibrar” o tempo mínimo necessário. Dessa forma, o tempo aqui disponibilizado, 5 segundos, pode ser considerado coerente, suficiente e adequado.

Na tela *tipo 2* de atualização de preços (Figura 13), exibida por 2 segundos, o participante pode visualizar qual ação foi selecionada randomicamente (*ação A*, *ação B* ou *ação C*); o preço de compra dessa ação em *reais* (R\$); a atualização de preço e valor da ação, indicada pelo preço atual de uma unidade da ação em relação ao preço de compra (se valorizou ou desvalorizou); e, também em *reais* (R\$), quanto o preço subiu ou desceu de valor em relação ao preço de compra.

Já na tela de negociação (tipo 4), o sujeito tem a oportunidade de visualizar e encontrar as seguintes informações: novamente, qual foi a ação selecionada aleatoriamente (*ação A*; *ação B* ou *ação C*); o preço de compra ou preço pago anteriormente por essa ação em *reais* (R\$); o preço atual de uma unidade dessa ação no mercado financeiro e de capitais; e, também em *reais* (R\$), quanto o preço subiu ou desceu em relação ao preço de compra; por fim, o sujeito deve tomar uma decisão em até 5 segundos (ver tela *tipo 4* na Figura 13):

Figura 12 – Diferentes tipos de telas do Investor.



Fonte: Elaboração própria a partir do *software Investor*.

Nas telas de negociação (ver *tipo 4* acima), o botão **azul**, localizado na parte inferior dessas telas de simulação, à esquerda, indica a opção “SIM” para a tomada de decisão financeira. À direita, encontra-se o botão **vermelho**, que caracteriza a opção “NÃO”. Cabe ressaltar que as decisões financeiras devem ser tomadas e registradas em no máximo 5 segundos, tempo limite para fazer as avaliações, estimativas e assinalar ou indicar a decisão final: “sim” ou “não”. Caso contrário, randomicamente, o computador selecionará uma resposta. Portanto, para tomar uma decisão financeira de vender (condicionado a manter) ou comprar uma ação, deve-se posicionar o cursor em cima do botão que indica a opção de decisão escolhida (preferência) e, em seguida, dar um “clique” nesse campo computacional.

Em cada sessão de simulação computacional ($t = 30$) (HEY; LEE, 2005), ao longo de 21 períodos ($t > 9$), os participantes têm a oportunidade de negociar três diferentes tipos de ações, assim denominadas: *ação A*, *ação B* e *ação C*. Para iniciar a simulação computacional de investimentos, o sujeito deve acionar com um clique o ícone “COMEÇAR”, que está em destaque no centro da primeira tela do *Investor*, e deve, obrigatoriamente, comprar uma unidade de cada uma das três ações. Uma vez iniciada a simulação, não é permitido ao participante retroceder ou parar o jogo.

No início da simulação, para realizar as primeiras compras de ações, de forma automática e invariável, os indivíduos recebem igualmente \$350 unidades monetárias (moeda experimental). Não obstante, de modo obrigatório, logo após ganhar as \$350 unidades monetárias – experimentais –, os participantes devem comprar uma unidade de cada tipo de ação: *A*, *B* e *C*. O custo ou preço inicial de cada ação é previamente estabelecido e constantemente fixo, idêntico para todos os participantes: \$100 unidades monetárias (experimentais). Desse modo, depois de realizar essas três primeiras compras de ações, cada indivíduo possui, uniformemente, \$50 unidades monetárias de saldo de caixa. Neste experimento, assim como em Frydman et al. (2014), os preços das três ações experimentais são apresentados em uma unidade econômica de valor hipotético denominado *moeda experimental*.

Importante notar que neste experimento cada sessão computacional (*Investor*) contém 30 períodos consecutivos ($t = 30$) de simulação no total e que evoluem sequencialmente da seguinte forma:

- (a) os nove primeiros períodos ($t < 9$) constituem a primeira etapa da simulação, em que ocorrem somente atualizações de preços. Nessa fase, os sujeitos não têm a oportunidade de tomar quaisquer decisões sobre a compra ou venda de ações. Essa

primeira etapa foi desenhada para que os indivíduos possam acumular algumas informações sobre as três ações antes de começar a tomar decisões financeiras de fato;

- (b) os vinte e um períodos seguintes ($t > 9$) constituem a segunda etapa da simulação computacional (*Investor*). Nessa fase, cada período ($t = 1$) contém três diferentes telas, que são apresentadas, invariavelmente, assim: a primeira é uma de atualização de preços, exibida por 2 segundos; seguida por uma tela em branco, exibida por 1,3 segundo – as telas em branco são exibidas entre as telas de atualização de preços e de negociação/tomada de decisão a fim de separar temporariamente a atividade neural associada à tomada de decisão – (FRYDMAN et al., 2014); e, por fim, a terceira tela, de negociação e tomada de decisão individual, que é exibida durante 5 segundos (Figura 13);
- (c) em síntese, portanto, cada sessão experimental ou sessão de simulação computacional de investimentos é estruturada de forma invariável e sequencial, e determinada pelo seguinte ordenamento: inicia com a exibição sucessiva de 9 telas de atualização de preços (*etapa 1*) e, em seguida, os 21 períodos (que contêm 3 diferentes telas cada) de negociação para a tomada de decisão financeira (decisões sequenciais) são apresentados consecutivamente (*etapa 2*).

Convém esclarecer que ao longo dos 30 períodos ($t = 30$) de simulação, a qualquer tempo, cada tela de simulação contém e evidencia apenas uma das três ações experimentais ao participante por vez, isto é, ou a *ação A* ou a *ação B* ou a *ação C* (Figura 13). Não obstante, essas três ações experimentais possuem constantemente a mesma probabilidade de serem selecionadas e, nesse caso, a mesma regra de escolha (*ex ante*) é continuamente obedecida, qual seja: aleatório-randômica (HARRISON; LAU; RUTSTRÖM, 2009). Adicionalmente, durante os nove primeiros períodos ($t < 9$) de simulação, nas telas de atualização de preços (ver tela *tipo 2* na Figura 13), os sujeitos têm a oportunidade de avaliar e verificar se o preço da ação selecionada aumentou ou diminuiu em relação ao preço de compra e quanto subiu ou caiu de valor.

Na segunda etapa dessa simulação de investimentos, ao longo dos 21 períodos ($t > 9$) desta fase, novamente uma única ação é randomicamente selecionada (com igual probabilidade) e evidenciada ao sujeito por meio do *Investor* em cada tela de simulação. Porém, nessa

etapa, em cada um dos 21 períodos de simulação o sujeito é levado a tomar uma decisão de investimento. Então, ao longo dos 21 períodos desta etapa ($t > 9$), os sujeitos têm a oportunidade de fazer escolhas e tomar uma decisão financeira, negociando a ação evidenciada naquele exato momento pela tela de negociação.

Apesar disso, para avaliar e decidir entre comprar, manter ou vender a ação que está em evidência na tela, os sujeitos precisam fazer alguns cálculos matemáticos simples em relação aos preços de compra atuais da ação. A seleção randômica das ações em cada tela de simulação (*ex ante*) visa impedir que os participantes desenvolvam qualquer tipo de controle ou conhecimento sobre qual das três ações possíveis será a selecionada e exibida para negociação na próxima tela da simulação de investimentos no *Investor*.

No experimento, em qualquer momento durante os 30 períodos de simulação, as decisões de negociação obedecem a algumas restrições e limitações: (*a*) aos indivíduos somente é permitido ter e manter *no máximo* uma ação de cada tipo em carteira; (*b*) não é possível executar ordens de vendas a descoberto, isto é, vender uma ação sem possuir pelo menos uma unidade de tal ativo em carteira naquele exato momento; (*c*) entretanto, é permitido aos participantes realizar a compra de determinada ação mesmo que esta apresente valor maior do que o saldo de caixa naquele determinado período e momento da tomada de decisão. Então, é permitido ao sujeito ter um saldo de caixa momentaneamente negativo; (*d*) não é permitida a compra ou venda de frações de ação, ou seja, é possível negociar somente quantidades inteiras ($n = 1$), uma vez que os ativos são indivisíveis (HENDERSON, 2012); (*e*) os valores negativos registrados no saldo de caixa, em qualquer momento durante a realização do experimento, são deduzidos (subtraídos) do lucro final individual apurado ao término de cada sessão de simulação.

A definição dessas restrições de decisão visa assegurar que, ao término das sessões experimentais, nenhum dos participantes da simulação de investimentos tenha um valor negativo de saldo de caixa final (portfólio final). Também procura evitar que durante o experimento um indivíduo não seja capaz de tomar uma decisão de compra sobre uma ação *i* por insuficiência de saldo de caixa, isto é, que a ação *i* não seja comprada por falta de dinheiro— unidades monetárias (FRYDMAN et al., 2014).

Desse modo, em qualquer período *t* na simulação, se o participante possuir uma unidade da ação *A*, ao sujeito é perguntado se gostaria de vender tal ação pelo preço exibido na tela de negociação naquele instante (preço atual de mercado) ou se deseja mantê-la.

Opostamente, se não possuir nenhuma unidade da *ação A* em carteira para negociação naquele momento em que a tomada de decisão é requerida, o sujeito é questionado se gostaria de comprar uma unidade desta *ação A* pelo preço atual de mercado. Convém ressaltar que o critério da aleatoriedade para o processo de seleção das ações impossibilita aos participantes saber, antecipadamente, qual das três ações será escolhida e apresentada para negociação na próxima tela de negociação e tomada de decisão no *Investor*.

Nessa simulação de investimentos (*Investor*), assim como em Frydman et al. (2014), para possibilitar a comparação de desempenho individual dos sujeitos, obtido a partir do retorno percentual absoluto final, é usado um único e idêntico conjunto ou série de preços para todos os participantes do experimento (BROOKS; CAPRA; BERNS, 2012). Todos os dados sobre os preços das ações foram definidos com base no estudo de Frydman et al. (2014) e os movimentos de alta e baixa dos preços de uma ação *i* são definidos e estão condicionados a algumas probabilidades geradas por processos estocásticos (HEY, 1995; CINLAR, 2011) em um de dois estados de uma “Cadeia de Markov” (AGRESTI, 2007): um “*bom estado*” ou um “*estado ruim*”. Nesse caso, invariavelmente são obedecidas algumas probabilidades (conforme a Tabela 4).

Para Frydman et al. (2014, p.220), a utilização de “Cadeias de Markov de dois estados” em simulações de investimentos financeiros que contêm diferentes classes de ativos pode ser considerada largamente útil e adequada. Além de permitir ao pesquisador definir e atribuir de maneira uniforme, randômica e independente o estado inicial – “ $E_{i,t}$ ” – (“*bom*” ou “*ruim*”) que uma ação *i* terá no primeiro período ($t_{n=1}$) da simulação, a *Propriedade de Markov* define que a Cadeia de Markov para a *ação A* é independente da Cadeia de Markov para as outras duas ações experimentais: *ação B* e *ação C* (SIMON; BLUME, 2004; AGRESTI, 2007; FRYDMAN et al., 2014).

A Tabela 4 demonstra as probabilidades associadas aos dois estados de uma Cadeia de Markov e que determinam os movimentos de alta e baixa dos preços das ações:

Tabela 4 – Probabilidades de variação dos preços das ações.

Direção do Movimento (alta ou baixa)	Estado da Ação i no Período Atual - ($E_{i,t}$)	
	$E_{i,t} = Bom$	$E_{i,t} = Ruim$
(+) Alta (aumenta o preço)	0.55 (55%)	0.45 (45%)
(-) Baixa (diminui o preço)	0.45 (45%)	0.55 (55%)

Fonte: Elaborada a partir de Frydman et al. (2014).

Assim, independentemente do tipo de ação selecionado, para cada movimento de alta ou baixa no preço da ação i obedece-se exatamente à mesma regra: observação do estado atual da ação i e das respectivas probabilidades associadas, conforme demonstra a Tabela 4. A intensidade das variações nos preços ou a amplitude da mudança dos valores das ações (nos movimentos de subir ou cair de valor) é randômica e uniforme em {\$5; \$10 e \$15} e independe da direção da mudança de preço.

Portanto, em cada atualização de preço, primeiro é definido se o preço da ação i vai subir ou descer e, em seguida, randomicamente, determina-se qual é o tamanho ou a amplitude dessa mudança. Em outras palavras, conforme a Tabela 4, se no período t da simulação há uma atualização de preço para a ação i que está em um “bom estado” neste exato momento, o preço dessa ação i terá 55% de probabilidade de aumentar de valor e 45% de probabilidade de cair. Por outro lado, se nesse mesmo período t da simulação a ação i estiver num “estado ruim”, o seu preço terá 45% de probabilidade de aumentar e 55% de probabilidade de diminuir de valor.

A definição do estado inicial de cada ação i no primeiro período da simulação ($t = 1$) é premissa fundamental e condição *sine qua non* para poder determinar o próximo estado dessa ação i no período seguinte ($t + 1$), consecutivo ao atual (t). Nesse caso, o estado apresentado pela ação i no período inicial ($t = 1$) é utilizado como base (referência) pelo *Investor*, que observa algumas probabilidades para

definir o estado seguinte que essa ação i exibirá em cada período subsequente de simulação que for selecionada ($t = 2, 3, 4, \dots, 30$). Portanto, a partir do primeiro período de simulação (t), a cada nova tela de simulação apresentada ao participante, o estado particular de cada uma das três ações pode mudar.

Nessa simulação, de modo constante e invariável, o estado seguinte (futuro) de uma ação i é dependente e definido a partir de duas informações primárias, quais sejam: **(a)** algumas probabilidades que visam diferenciar os dois estados possíveis (*bom* e *ruim*); e **(b)** o estado apresentado no período imediatamente anterior ($t - 1$) (ver Tabela 5).

Dessa forma, em qualquer período t de simulação, a probabilidade de ocorrer uma mudança de um estado para outro obedece, obrigatoriamente, a algumas probabilidades e depende do estado da ação no período anterior ($t-1$). A Tabela 5 a seguir demonstra as probabilidades e regras para a ação i mudar de estado no período seguinte ($t > 1$):

Tabela 5 – Probabilidades de mudar de estado.

Estado da Ação i no Período Atual (E_{it})	Probabilidade do Estado da Ação i no Período Seguinte ($E_{i,t+1}$)	
	$E_{i,t+1}=Bom$	$E_{i,t+1}=Ruim$
$E_{it}=Bom$	0.8 (80%)	0.2 (20%)
$E_{it}=Ruim$	0.2 (20%)	0.8 (80%)

Fonte: Elaborada a partir de Frydman et al. (2014).

Cabe ressaltar que o estado em que cada ação i iniciará na simulação é determinado de forma aleatória (GUJARATI; PORTER, 2011) em qualquer um dos dois estados possíveis: *bom* ou *ruim* (SIMON; BLUME, 2004). A partir da definição do estado inicial no período $t = 1$, a cada atualização de preço ($t > 1$), devido à autocorrelação positiva particular com o estado exibido no período anterior ($t - 1$), cada ação i tem 20% de probabilidade de mudar de estado. Em outras palavras, por exemplo, se em determinado período t dessa simulação de investimentos a ação i possuir um “bom estado”, no

próximo período de simulação ($t > 1$) em que ocorrer uma atualização de preço para essa ação i , será altamente provável (probabilidade de 80%) que a ação permaneça nesse mesmo estado (bom).

3.1.4 Critérios para definição do lucro e premiação finais

Ao término de cada sessão de simulação de investimentos, invariavelmente, o lucro final de cada participante é verificado deste modo: primeiramente, as três ações experimentais de investimentos – ação A, ação B e ação C – são individualmente liquidadas ao preço de mercado (em unidades monetárias – \$) de cada um dos ativos, naquele exato momento do término da simulação, e em seguida os respectivos valores somados. Então, as “unidades monetárias” são convertidas em “moeda corrente/com valor real” (R\$), de acordo com a seguinte equivalência: \$1 (uma) unidade monetária = R\$ 1,00 (moeda corrente oficial no Brasil). Por fim, as “unidades monetárias” referentes à liquidação total do portfólio individual são incorporadas (somadas) à quantidade de dinheiro existente no saldo de caixa final (ver a Equação 13), de modo que o resultado global dessa soma é dado em unidades monetárias (moeda experimental) e denominado *lucro final do participante* (LF_i).

A Equação 13 a seguir demonstra a fórmula matemática para o cálculo do lucro final dos indivíduos:

$$LF_i = M_{DE} + P_V \text{ ação A} + P_V \text{ ação B} + P_V \text{ ação C} \quad (13)$$

Em que:

LF_i = lucro final do indivíduo i ;

M_{DE} = montante ou quantidade total de dinheiro em espécie no saldo de caixa final;

$P_V \text{ Ação}$ = valor de liquidação ou preço de venda final de uma ação i : “ação A” ou “ação B” ou “ação C”.

E, para poder efetuar o pagamento referente às recompensas monetárias aos participantes ao final de cada sessão experimental, o valor do *lucro final do participante* – LF_i assinalado em unidades monetárias deve necessariamente ser convertido em uma moeda com valor *real* (atualmente, a moeda oficial do Brasil é o *real* – R\$),

observada a obrigação de conversão e equivalência monetária ao final de cada sessão de simulação, por meio de uma taxa de câmbio ou paridade cambial de **25:1**. Isso quer dizer que o valor do lucro final (LF_i) é dividido por 25 e o resultado é a recompensa monetária entregue aos participantes do experimento. Cabe observar que, nesta simulação, inexistem quaisquer custos de transações financeiras; nenhum imposto, taxa ou tributo é aplicado sobre o lucro final dos participantes (LEVITT; LIST, 2007).

Assim, a fim de aproximar e reproduzir o ambiente natural e inserir os participantes do experimento num contexto próximo da realidade, procurou-se conceber uma simulação de investimentos com a apresentação de um caso específico, hipotético, que visa diminuir as diferenças (características) entre tais ambientes (FRIEDMAN; CASSAR, 2004; HARRISON; RUTSTRÖM, 2008; FALK; HECKMAN, 2009).

3.2 A SIMULAÇÃO

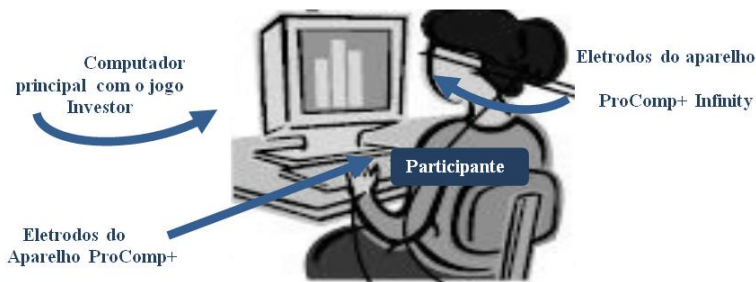
Antes de começar cada sessão de simulação de investimentos, o pesquisador responsável procura posicionar os participantes da mesma forma diante do computador principal do experimento, no qual está instalado o *software Investor* (Figura 14). Em seguida, os eletrodos do equipamento *ProComp+* ($n = 5$) são posicionados e afixados na superfície da pele do participante para aquisição dos dados fisiológicos e neurofisiológicos.

Durante uma sessão de simulação, os movimentos realizados de forma voluntária pelo participante (p. ex.: coçar, conversar, mexer bruscamente membros do corpo etc.) serão considerados como artefatos (TEPLAN, 2002) e, portanto, os dados referentes a tais situações serão excluídos da amostra e não serão analisados. Em outras palavras, por provocar interferência e produzir alterações significativas nos sinais fisiológicos ou neurofisiológicos dos sujeitos, os dados gerados a partir de movimentos deliberados não serão considerados válidos para fins de estudo, pois podem levar a graves erros (vieses) de análise que interfeririam de forma direta nas conclusões finais.

Então, os sujeitos recebem as seguintes orientações experimentais que visam evitar o aparecimento de artefatos: (i) durante a simulação, procure não realizar movimentos corporais (TEPLAN, 2002); (ii) não é permitido fazer perguntas a qualquer tempo durante o jogo; (iii) permaneça sentado ao longo de toda a simulação; (iv) não é

permitido conversar; e (v) procure respirar normalmente, mantendo sua respiração natural (HORLINGS, 2008).

Figura 13 – Posição para o registro dos dados neurofisiológicos, fisiológicos e efeito disposição.



Fonte: Elaborado a partir de Horlings (2008).

3.2.1 Apresentação da simulação

Antes do início de cada sessão de simulação, de forma verbal e textual, os participantes deste estudo recebem as seguintes instruções experimentais:

Prezado participante, inicialmente nós queremos agradecer a sua contribuição e participação nesta pesquisa. Suas respostas às perguntas seguintes são de extremo valor e importância.

Para iniciar a simulação no *Investor*, você deve digitar na área *Nome*, obrigatoriamente, seu nome e um sobrenome, sem utilizar qualquer acentuação gráfica (acento agudo, acento de crase, acento circunflexo ou til) e somente então clicar no botão “COMEÇAR”, em destaque no centro da mesma tela no *Investor*.

Em seguida, antes de começar a jogar, você deve ler, obrigatoriamente, as instruções textuais, as mesmas que você recebeu na forma verbal, e também sobre o caso no qual pedimos que você se insira. A partir deste momento, você terá a oportunidade de negociar três diferentes tipos de ações (*ação A*,

ação B e *ação C*) em um mercado financeiro artificial de investimentos.

Você iniciará o experimento com o valor teórico de R\$350 “experimentais”. Antes de iniciar o experimento você deve comprar uma unidade ($n = 1$) de cada ação experimental (*ação A*, *ação B* e *ação C*). O preço inicial de cada ação é R\$100 “experimentais”. Depois dessas primeiras compras você ficará, portanto, com R\$50 “experimentais” em seu saldo de caixa.

Nas telas de negociação (ação de tomar uma decisão), durante os 21 períodos de simulação ($t > 9$), serão dadas a você apenas duas opções: “Compra?” ou “Vende?”. Quando você for perguntado sobre vender a ação que está sendo exibida naquele exato momento, você não está obrigado a vender tal ativo e pode decidir mantê-lo em carteira. Nesse caso, você não deve clicar em nenhum campo da tela, apenas deve aguardar pela próxima tela de negociação que será gerada e evidenciada automaticamente no *Investor* em 5 segundos (CUBITT; SUGDEN, 2001; FRYDMAN et al., 2014).

Em qualquer momento durante a simulação, você pode manter no máximo uma unidade de cada ação experimental em carteira (*ação A*, *ação B* e *ação C*) e um mínimo de zero unidade de cada ação. Você não pode vender uma ação sem que tenha pelo menos uma unidade da referida ação em carteira naquele presente momento. Cabe lembrar que não é permitido a você comprar ou vender quantidades fracionadas de ação, isto é, são negociadas apenas porções inteiras ($n = 1$). Os ativos são indivisíveis (HENDERSON, 2012).

No entanto, para evitar quaisquer problemas de liquidez durante a simulação, se em qualquer momento você decidir comprar uma determinada ação e não tiver dinheiro suficiente para fazer essa transação financeira no momento de uma decisão, você tem permissão para ter um saldo de caixa negativo momentâneo. Cabe destacar que as decisões ($n = 21$) que você irá tomar são sequenciais e limitadas em função do tempo (curto prazo), o que requer seriedade, comprometimento e esforço cognitivo de sua parte (CUBITT; SUGDEN, 2001).

Assim, ao longo do experimento, você verá os preços das ações mudando e usará essa informação para decidir se e quando comprar ou vender uma determinada ação. Quando você vende uma determinada ação, do seu saldo de caixa é creditada uma quantidade de dinheiro igual ao preço da venda daquela ação. Por

outro lado, quando você decide comprar uma determinada ação, do seu saldo de caixa é subtraída uma quantidade de dinheiro igual ao preço pago por uma unidade daquela ação naquele exato momento.

Portanto, em síntese, seu trabalho é escolher se ou quando comprar e vender a ação que estará em evidência na tela de negociação naquele presente momento. Você deve buscar obter o máximo retorno positivo (*performance*) possível, procurando apresentar a maior quantidade de dinheiro experimental em seu saldo de caixa ao final do experimento. Não obstante, antes de iniciar a simulação, um caso particular que elaboramos será apresentado a você, e, portanto, esperamos que você se coloque na situação que estamos propondo, sim?

Como uma pequena forma de retribuição por sua contribuição nesta pesquisa, você terá o direito de receber uma simbólica recompensa financeira em dinheiro, definida com base no retorno final obtido e em função do seu desempenho absoluto apresentado no experimento.

Muito obrigado por sua participação!
Anderson Dorow

As instruções textuais são apresentadas no formato eletrônico (monitor do computador experimental), em telas específicas do *software Investor* que antecedem o início das sessões de simulação de investimentos. Optou-se por fornecer as duas formas de instrução, verbal e textual, a fim de assegurar que todos os participantes recebam as mesmas instruções (DA COSTA JR.; GOMES et al., 2001). Cabe destacar que esse procedimento é largamente utilizado em pesquisas experimentais na área da Economia (FRIEDMAN; SUNDER, 1994).

Desse modo, logo após o participante realizar a versão prática, um “teste” para treinamento e familiarização com o programa de simulação de investimentos (*Investor*), e depois de ter recebido todas as instruções experimentais durante cerca de 2 minutos, a linha de base dos sinais fisiológicos e neurofisiológicos desse sujeito é registrada enquanto o indivíduo permanece sentado em estado de relaxamento, em repouso (ANDREASSI, 2000; HORLINGS, 2008; GOULART et al., 2013).

Como expõem Camerer, Loewenstein e Prelec (2005), o registro dos dados (sinais) referentes à linha de base é fundamental e necessário à normalização das medidas fisiológicas e neurofisiológicas de um indivíduo (ANDREASSI, 2000). A linha serve como base e

parâmetro para comparar e verificar as alterações dos sinais fisiológicos e neurofisiológicos de um sujeito em um determinado período de tempo da simulação (KENNING; PLASSMANN, 2005; DA COSTA JR., GOMES et al., 2001; CAMERER; LOEWENSTEIN; PRELEC, 2005; PETERSON, 2007; HORLINGS, 2008; CAMERER, 2008a).

3.2.2 O caso

Com a finalidade de tentar homogeneizar os participantes deste experimento em relação às responsabilidades econômicas individuais envolvidas e para contextualizar a simulação de investimentos de modo uniforme (MACEDO JR., 2003), todos os sujeitos recebem o seguinte caso:

GESTOR FINANCEIRO DE FAMÍLIAS

Imagine que você é o gestor financeiro de uma família com cinco indivíduos. Você é o principal responsável pelo sustento de todos os membros dessa família, ou seja, você é o principal provedor financeiro da casa e a família depende exclusivamente de seu sucesso financeiro para sobreviver.

Lembre-se de que hoje, embora a situação financeira da família seja estável, apesar de ainda limitada em termos de dinheiro disponível, eles já vivenciaram diversos momentos e situações de extrema dificuldade financeira durante a vida.

Agora, você está sendo convidado a participar de um jogo financeiro de investimentos e sabe que as despesas dessa família nos próximos meses dependem do seu resultado e sucesso financeiro neste jogo que você vai iniciar agora. Portanto, as decisões que você tomar a seguir terão impacto direto na qualidade de vida dessa família.

Boa sorte!

Antes de iniciar o experimento, os participantes são questionados sobre a leitura do caso, e, caso não a tenham feito, um tempo adequado é disponibilizado para que a leitura seja realizada.

Assim, para poder participar da simulação de investimentos, de forma obrigatória, os participantes precisam ler o caso proposto.

A finalidade do caso é promover a homogeneização das expectativas e metas dos indivíduos participantes. Além disso, procura favorecer o entendimento de que os sujeitos têm grande responsabilidade sobre suas decisões financeiras de investimento, haja vista a situação e a estrutura familiar apresentada.

Nesse formato experimental, a situação hipotética da responsabilidade de sustentar uma família pode envolver questões emocionais e afetivas que tendem a se manifestar na vida real, o que pode sugerir que a constatação do efeito disposição nesse cenário também seja altamente provável de ocorrer na realidade (BENZ; MEIER, 2006).

3.3 SUJEITOS DA PESQUISA E AMOSTRA

A escolha do método de amostragem tem como base a abordagem teórica e o contexto (características) científico desta pesquisa, assim como está fundamentada nos objetivos definidos para este trabalho. Portanto, para testar e investigar se as variáveis neurofisiológicas e fisiológicas estudadas são fatores determinantes para o surgimento do efeito disposição, pretende-se recrutar e selecionar 16 estudantes universitários, homens, voluntários e em nível de graduação (BHATT; CAMERER, 2005; HORLINGS, 2008; ETCHART-VINCENT; L'HARIDON, 2011) para formar a amostra intencional da presente pesquisa.

Levitt e List (2007) colocam que a economia experimental tem fornecido fortes evidências empíricas de que indivíduos voluntários tendem a apresentar maior interesse e engajamento, fatores relacionados às análises de grau de aderência ao córtex cerebral (lobo frontal) dos seres humanos, além da motivação intrínseca dos agentes econômicos em experimentos dessa natureza se comparados à participação de sujeitos não voluntários. O experimento deve ser realizado com 16 alunos de graduação dos cursos presenciais de Contabilidade, Economia e Administração da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Em relação ao tamanho da amostra que se pretende utilizar neste trabalho ($n = 16$), pesquisas experimentais nas áreas de Fisiologia e Neurofisiologia (ligadas à Neurociência) requerem amostras consideravelmente menores, cerca de 10% do número de participantes das pesquisas tradicionais (BHATT; CAMERER, 2005).

Bhatt e Camerer (2005), por sua vez, ressaltam que, embora alguns pesquisadores experimentais na área de Ciências Sociais possam julgar o número de indivíduos da presente amostra como pequeno, a maioria dos estudos econômicos experimentais em Neurociência (p. ex.: KNUTSON et al., 2000, 2001; HSU et al., 2005) tem utilizado amostras com quantidade inferior a 10 indivíduos e dificilmente se observam trabalhos com tamanho de amostra superior a 12 indivíduos.

Além disso, Bhatt e Camerer (2005) argumentam que amostras que consistem de 16 sujeitos podem oferecer alto poder de inferência estatística e predição e significativa capacidade de representatividade do ambiente natural (campo). Portanto, esse número de participantes pode ser considerado adequado para a realização de pesquisas experimentais de laboratório no campo das Neurofinanças (BHATT; CAMERER, 2005; HARRISON, 2008).

Desse modo, a definição e escolha pela opção de utilizar o número de indivíduos ($n = 21$) que se propõe neste trabalho fundamentaram-se em um sólido e robusto referencial teórico da área (RABIN, 2002; HEY; ORME, 1994), bem como no elevado número de observações coletadas e produzidas a partir desses 16 sujeitos que constituem a amostra de pesquisa (GRINBLATT; KELOHARJU, 2001). Pode ser considerado um número adequado (SMITH, 1982), rigorosamente confiável e exequível para a realização de análises de regressão e pesquisas empíricas experimentais de laboratório nas áreas da Neuroeconomia e das Neurofinanças (KEMP, 2003).

Contudo, embora alguns estudiosos venham defendendo o argumento de um número mínimo de sujeitos ($n = 50$) para formar uma amostra que propicie um elevado poder de inferência e significância estatística (p. ex.: COHEN, 1988, 1992), grande parte das pesquisas no campo da Neuroeconomia e das Neurofinanças experimentais utilizam amostras com um número de indivíduos semelhante ao definido para o presente estudo, a exemplo de Lo e Repin (2002), Bhatt e Camerer (2005), Knutson et al. (2000, 2001, 2007), Hsu et al. (2005) e Frydman et al. (2014). De igual modo ao estudo de Lo e Repin (2002), em que, apesar de terem sido selecionados e utilizados apenas 10 indivíduos ($n = 10$) como amostra de pesquisa, os autores obtiveram centenas de observações a partir de cada um dos 10 sujeitos pesquisados, neste trabalho será coletada e obtida uma grande quantidade de observações a partir de cada um dos 16 indivíduos ($n = 16$) participantes.

No que tange à seleção e ao uso de estudantes de graduação em pesquisas econômicas experimentais de laboratório para a realização de atividades simplificadas, para executar tarefas específicas que visam

testar teorias (MACEDO JÚNIOR, 2003; LIST, 2006; LEVITT; LIST, 2007) e que buscam melhorar o entendimento sobre o comportamento dos agentes econômicos no mundo real, no mercado financeiro (LIST, 2006; DA SILVA et al., 2013), Harrison e List (2004) pontuam que tal característica amostral é amplamente válida e demonstra robustez enquanto abordagem metodológica científica.

Empiricamente, List (2006) e Benz e Meier (2008) encontraram resultados estatisticamente significativos que corroboram e fundamentam a consistência de tal argumento metodológico. Segundo os autores, os estudos econômicos experimentais sobre o comportamento humano em ambiente de laboratório na área da Economia Experimental e da Neurociência (STREECK, 2010) têm fornecido robustas e consistentes evidências empíricas e, portanto, o comportamento humano apresentado em tal ambiente pode ser considerado um indicador confiável e correspondente do comportamento no campo (FEHR; LIST, 2004; CAMERER; HOGARTH, 2005; LIST, 2006; EHMKE; SHOGREN, 2010; EDWARDS, 2012).

Em outras palavras, tais resultados empíricos apontam que o comportamento econômico (*bounded rationality*) evidenciado por estudantes de graduação diante de hipotéticas decisões financeiras em ambientes e experimentos artificiais de laboratório corresponde ao comportamento do mundo real e às decisões econômicas reais do agente econômico no campo – *real life* (LIST, 2006; BENZ; MEIER, 2008; BODNARUK; SIMONOV, 2012; BEN-DAVID; HIRSHLEIFER, 2012).

Em relação à variável experiência, pesquisadores como Da Costa Jr. et al. (2008b) e Brooks et al. (2012) afirmam que mesmo indivíduos (investidores) inexperientes no mercado financeiro e de capitais tendem a ser afetados pelo fenômeno efeito disposição em decisões financeiras de curto prazo (WEBER; CAMERER, 1998; MACEDO JÚNIOR, 2003; DA COSTA JÚNIOR et al., 2008b; VLCEK; WANG, 2008; SLONIM, 2002; LIST, 2006; EDWARDS, 2012).

Dessa forma, a fim de manter a amostra e a população desta pesquisa homogênea (THALER, 1997), estabelecem-se alguns critérios de restrição para a seleção dos participantes. Cabe destacar que somente serão aceitos e incluídos na pesquisa os indivíduos ou estudantes (pessoas físicas) que atenderem aos parâmetros (variáveis e/ou características) de controle e homogeneidade a seguir:

- (a) *Nível de escolaridade*: ser estudante em nível de graduação e estar regularmente matriculado em um destes três cursos presenciais: Contabilidade, Economia ou Administração, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (GOULART et al. 2013).
- (b) *Experiência profissional*: não possuir qualquer experiência prévia com o mercado financeiro e de capitais¹⁹ (WEBER; CAMERER, 1998; MACEDO JR., 2003; DA COSTA JR. et al., 2008b; VLCEK; WANG, 2008; KAUSTIA et al., 2008). Nesse caso, há muitas evidências empíricas de que a força do efeito disposição apresenta correlação com experiências anteriores em relação a ganhos e perdas (BROWN et al., 2006). À medida que um indivíduo apresenta experiência prévia, o efeito disposição tende a diminuir (DA COSTA JR. et al., 2008a).
- (c) *Hábitos e comportamento*: não fazer uso contínuo ou intermitente de substâncias tóxicas como nicotina, bebidas alcoólicas, medicamentos psiquiátricos, drogas cardiovasculares ou neurológicas que possam provocar interferência nos sinais das variáveis fisiológicas HR/VFC e neurofisiológicas como as ondas cerebrais *alfa* e *beta* (COAN; ALLEN, 2004; EDWARDS, 2004; KNUTSON et al., 2007; LUFT et al., 2009; SAHI, 2012).
- (d) *Características etárias e de gênero*: ser do sexo masculino e ter idade de acordo com a seguinte faixa etária predefinida: de 18 a 26 anos de idade (KNUTSON et al., 2007; DA SILVA et al., 2013). A escolha por selecionar apenas sujeitos de acordo com a faixa etária descrita acima se fundamentou no argumento da maturação cerebral nos seres humanos, bem como na possibilidade de influência (viés) dessa variável nos dados e nas análises. Além disso, o córtex pré-frontal humano é a última estrutura cerebral a se formar completamente e também a primeira a entrar em declínio (REUTER-LORENZ, 2002; LABEL; BEAULIEU, 2011).

¹⁹Objetiva-se, portanto, pesquisar o comportamento de investidores individuais iniciantes ou futuros potenciais investidores. Em linha com Kaustia et al. (2008), considerou-se classificar *investidor profissional* os sujeitos que apresentam experiência prévia no mercado financeiro e de capitais superior a dois anos (> 2 anos).

- (e) *Dominância manual*: embora a dominância manual esteja diretamente associada à lateralidade de hemisférios cerebrais e às diferenças anatômicas do cérebro que podem influenciar o processamento de informações financeiras e a tomada de decisão econômica (TOM et al., 2007; BOSSAERTS, 2009; DA SILVA et al., 2013), optou-se por não aplicar nenhum critério de restrição para esse parâmetro. Em consonância com esse argumento, Willems et al. (2014) escreveram que, tanto no caso de indivíduos canhotos como destros, o mesmo processo neural tende a ocorrer em ambas as metades do cérebro e produzem o mesmo resultado final.
- (f) *Patologias clínicas*: o indivíduo deve possuir um histórico de saúde, até o presente momento, ausente de quaisquer registros de doenças psiquiátricas, neurológicas ou cardíacas e não deve apresentar qualquer tipo de lesão cerebral (TOM et al., 2007).

A opção por definir um critério de homogeneidade que estabelece determinadas variáveis (características) de controle, conforme descrito acima, deu-se com a finalidade de auxiliar o rigor científico da pesquisa, pois com um grupo de 16 indivíduos não seria possível randomizar a amostra, o que implicaria, nesse caso, uma série de variáveis não controláveis influenciando o experimento. Dessa forma, ao se padronizar a amostra, consegue-se eliminar algumas dessas variáveis e evitar potenciais problemas com os dados de pesquisa. Cabe ressaltar que esse critério metodológico está em linha com grande parte dos estudos empíricos experimentais no campo das Neurofinanças e da Neuroeconomia.

Parece ser largamente importante considerar o critério de homogeneidade para se formar a amostra desta pesquisa, cujo processo de coleta de dados envolve variáveis biológicas, nesse caso neurofisiológicas e psicofisiológicas. Numerosos estudos empíricos em Neurofinanças e Neuroeconomia têm demonstrado que algumas variáveis podem influenciar os resultados finais da pesquisa, como: (a) **gêneros distintos** – homens e mulheres possuem significativas diferenças em relação a aspectos como a atitude em relação ao risco. Mulheres tendem a ser mais avessas ao risco em jogos de azar (FEHR-DUDA et al., 2006) e sofrer a ocorrência do efeito disposição (BARON-COHEN, 2002; DA COSTA JR. et al., 2008b); e (b) **diferentes níveis de experiência profissional** – indivíduos com maior nível de experiência tendem a apresentar menor ativação fisiológica (*estado emocional* ou *emoção*) (ANDREASSI, 2000; HORLINGS, 2008) e

maior retorno percentual econômico-financeiro (LO; REPIN, 2002). Nesse caso, sujeitos que apresentam menor ativação fisiológica tendem a exibir maior efeito disposição (GOULART et al., 2013).

A escolha por recrutar e realizar o experimento somente com indivíduos que alcançam total conformidade com os parâmetros (variáveis e características) de controle e homogeneidade amostrais descritos acima fundamentou-se na literatura e nos objetivos deste trabalho. Dessa forma, para assegurar a validade quanto à utilização desse critério de seleção amostral, considerou-se: **(i)** utilizar uma forma de seleção amostral com sólido embasamento teórico, no caso o método não probabilístico e por acessibilidade ou conveniência (BARNETT, 1980); **(ii)** demonstrar coerência metodológica em linha com relevantes estudos neuroeconômicos experimentais, como de Frydman et al. (2014), Barberis e Xiong (2012), Ingersoll e Lawrence (2013), Goulart et al. (2013); **(iii)** formar uma amostra intencional de pesquisa apenas com elementos (estudantes) que apresentem biocaracterísticas semelhantes entre si e que, portanto, tendam à homogeneidade; **(iv)** reduzir potenciais vieses de análise e erros de inferência sobre resultados ocasionados por diferenças de bases biológicas e psicofisiológicas (p. ex.: gênero; lateralidade de hemisfério cerebral; escolaridade; dominância manual; atitude em relação a riscos).

Em respeito aos aspectos científicos, a presente pesquisa foi submetida à análise do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos para requerer a autorização de continuidade e obteve a aprovação científica necessária para a sua realização. Desse modo, para obter o consentimento dos indivíduos quanto à disposição voluntária de participação, primeiramente o pesquisador apresentará detalhes particulares do experimento a todos os interessados e, em seguida, será solicitada a assinatura do participante de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1).

3.4 COLETA DE DADOS

O experimento e a coleta dos dados das variáveis neurofisiológicas, fisiológicas, sociodemográficas e de efeito disposição deste trabalho deverão ser realizados e conduzidos no Laboratório de Educação Cerebral (LEC), coordenado pelo professor Dr. Emilio Takase, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O LEC possui uma área isolada, com sala específica para a realização de pesquisas experimentais que tem por objetivo estabelecer um alto grau de controle e rigor científico no processo de coleta de

dados e variáveis como as biológicas, nesse caso neurofisiológicas e psicofisiológicas. Dessa forma, portanto, o Laboratório de Educação Cerebral pode ser considerado um local (ambiente) de pesquisa adequado, válido e apropriado para a realização e condução deste experimento.

A fim de evitar o registro de artefatos que possam surgir durante um processo de monitoramento e coleta de dados de variáveis biológicas e interferir na qualidade dos sinais bioelétricos (fisiológicos e neurofisiológicos) de um indivíduo, Lo e Repin (2002) utilizaram uma série de filtros e critérios de restrição (variáveis de controle) que tinham como objetivo atenuar as interferências geradas por outros fatores na variável dependente.

Assim, neste trabalho, para tentar impedir a contaminação de potenciais interferências e evitar o registro de artefatos durante o processo de coleta dos dados das variáveis neurofisiológicas e fisiológicas, bem como para afastar a influência direta dos fatores de interferência nos sinais bioelétricos dos participantes, o que implicaria, necessariamente, a inutilização desses dados para fins de análise, estabeleceram-se os seguintes critérios de restrição e variáveis de controle:

- (a) o experimento deve ser realizado de modo uniforme e invariável apenas durante o período matutino; não serão observadas e consideradas informações sobre a variável cronotipo²⁰;
- (b) para fins de análise, consideraram-se apenas os dados referentes aos sinais bioelétricos que apresentam 100% de qualidade de sinal (LO; REPIN, 2002; TEPLAN, 2002);
- (c) manutenção da temperatura no ambiente de laboratório constante entre 24 e 26°C (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003);
- (d) coleta dos dados das variáveis neurofisiológicas e fisiológicas apenas com aparelhos de neurociência equipados com filtro de 60 Hz (ver Figura 7), que eliminam de forma automática as interferências elétricas causadas por redes de energia (60 Hz) ou outros fatores de potenciais elétricos (LO; REPIN, 2002; GOULART et al., 2013);
- (e) o aparelho *ProComp*+® não oferece qualquer tipo de risco de choque elétrico em seres humanos, critério de restrição e condição *sine qua non* neste trabalho (TEPLAN, 2002);

²⁰ Para detalhamento conceitual sobre o termo “cronotipo” sugere-se: ALAM et al., 2008.

Abaixo, a Tabela 6 resume algumas características das variáveis e dos procedimentos metodológicos estruturados e propostos pela presente tese para estudar e verificar possíveis tendências comportamentais do investidor individual (agente econômico) a partir de uma simulação computacional de investimentos com compra e venda de ações em ambiente de laboratório, assim como para testar a hipótese básica desta pesquisa, a saber, de que as variáveis neurofisiológicas e fisiológicas estudadas são fatores determinantes para o surgimento do efeito disposição (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; SHEFRIN; STATMAN, 1985; ODEAN, 1998; WEBER; CAMERER, 1998).

Tabela 6 – Constructos e indicadores utilizados para coleta de dados e aplicabilidade de estatísticos – econométricos

CONSTRUCTO	CATEGORIZAÇÃO ESTATÍSTICA PARA VARIÁVEIS	INDICADORES OU PARÂMETROS (Φ)	MÉTODOS E EQUIPAMENTOS
Variáveis sociodemográficas	Descritiva	Estado civil; orientação sexual; matemidade/patemidade; idade; mão dominante; grau de instrução; experiência prévia no mercado financeiro e de capitais; renda familiar; uso de medicamentos; e histórico de doenças neurológicas ou de lesão cerebral.	Questionário
Variável neurofisiológica	Variável independente ou explicativa (x_1, x_2, \dots, x_p)	Ondas cerebrais: <i>alfa</i> (α) e <i>beta</i> (β); patologia; uso de medicamentos.	Questionário; medições através do aparelho <i>ProComp+®</i> (equipamento de aquisição de dados neurofisiológicos).
Variável psicofisiológica	Variável independente ou explicativa (x_1, x_2, \dots, x_p)	Frequência cardíaca (FC/HR); Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC/HRV); SDNN; RMSSD.	Medições e aquisição de dados fisiológicos; equipamento <i>ProComp + Infitini</i> +softwares estatísticos STATA e MATLAB.
Variável Efeito Disposição	Variável dependente ou resposta – <i>dummy</i> (Y)	Ganhos possíveis; perdas possíveis; ganhos realizados; perdas realizadas; proporção de ganhos/perdas realizadas; propensão a vender ou manter um ativo em carteira.	Simulação Computacional de investimentos (<i>Investor</i>); Modelo de Regressão logística.

Fonte: Elaboração própria.

Essa tabela apresenta uma síntese dos procedimentos metodológicos que se propõe utilizar nesta pesquisa: os mecanismos (métodos e/ou técnicas) e instrumentos de coleta dos dados

(equipamentos); os constructos abordados ou variáveis estudadas; e os respectivos indicadores.

O questionário que deve ser utilizado para coletar as características e as informações sociodemográficas dos participantes tem como referência o modelo proposto por Goulart et al. (2013) anteriormente. Desse modo, as informações sociodemográficas e sobre o estado de saúde a serem coletadas são: estado civil; orientação sexual; maternidade ou paternidade; idade; grau de instrução; experiência prévia no mercado financeiro e de capitais; renda familiar; uso de medicamentos; e histórico de doenças ou de lesão cerebral.

Importante ressaltar que já foram descritos anteriormente neste trabalho os equipamentos e procedimentos metodológicos (Tabela 6) utilizados durante a aplicação da simulação computacional de investimentos, o *Investor*, utilizada para investigar e determinar o efeito disposição e também para a aquisição e monitoramento dos sinais elétricos cardíacos e neurais dos agentes econômicos, com o intuito de verificar e registrar as respostas biológicas referentes às variáveis neurofisiológicas e psicofisiológicas dos indivíduos participantes.

O tempo total de duração para cada sessão experimental de aplicação da simulação computacional de investimentos pode apresentar variações diretamente associadas às características idiossincráticas de cada participante, podendo atingir o tempo máximo de 60 minutos e mínimo de 15 minutos.

Desse modo, após o término da etapa de coleta dos dados das variáveis e da realização de todas as seções experimentais de simulação, os dados obtidos em laboratório devem ser tabulados, para então serem realizadas as análises bioestatísticas necessárias e adequadas a esta pesquisa.

3.5 INVESTIGAÇÃO DO EFEITO DISPOSIÇÃO, CONSTRUÇÃO DAS HIPÓTESES E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

3.5.1 Investigando o efeito disposição

A primeira proposta metodológica para estudar o efeito disposição baseia-se no método proposto por Odean (1998) para medir, verificar, avaliar e analisar a existência do efeito disposição e tem como base e referência o modelo proposto. Desse modo, configuram-se a existência do fato empírico e a ocorrência do fenômeno efeito

disposição (presença da anomalia) se, e somente se, a Proporção de Ganhos Realizados (PGR) for maior que a Proporção de Perdas Realizadas (PPR) no período analisado. Portanto, o indivíduo apresenta efeito disposição se, e quando, $PGR > PPR$ (ODEAN, 1998; FRYDMAN et al., 2014).

Contudo, de acordo com a Teoria da Realização da Utilidade, somente quando o valor de $PGR - PPR$ é maior que -0.76 é que o indivíduo recebe uma explosão (*burst*) de utilidade no cérebro (BARBERIS; XIONG, 2012; FRYDMAN et al., 2014). O resultado da subtração entre PGR e a PPR é denominado Coeficiente de Disposição (CD). Um CD positivo indica a presença do efeito disposição, pois o investidor realizou um percentual mais elevado de ganhos do que de perdas. Cabe ressaltar que a ocorrência do efeito disposição é associada às violações da TUE.

Conforme explicam Grinblatt e Keloharju (2001), Weber e Camerer (1998), e Dhar e Zhu (2006), o coeficiente de disposição independente (CD_i) será máximo e igual a $[+I]$ somente quando o indivíduo realizar vendas com lucro. Nessa situação, o resultado positivo evidenciaria a ocorrência de um *efeito disposição* em nível máximo. Ainda, será $[0]$ se o indivíduo não exibir o *efeito disposição* e será igual a $[-I]$ – limite inferior máximo do (CD_i) – se o investidor somente realizar vendas com prejuízo, caracterizando, dessa forma, um *efeito disposição oposto/reverso* extremo (FENG; SEASHOLES, 2005; DAHR; ZHU, 2006; CHEN et al., 2005, 2007; BARBERIS; XIONG, 2009; FRYDMAN et al., 2014; GOULART et al., 2013).

Para verificar se o Coeficiente de Disposição realmente existe do ponto de vista estatístico, duas possibilidades podem ser consideradas e testadas:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: CD = 0 \\ H_1: CD > 0 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} H_0: PGR = PPR \\ H_1: PGR > PPR \end{array} \right.$$

Para testar as hipóteses e tais possibilidades, realizam-se testes com essas duas hipóteses, tanto para a média (teste *t*) quanto para a mediana: *Wilcoxon signed rank test* e *Mann-Whitney U-test*. Estes são

testes não paramétricos que não exigem a normalidade da distribuição (FAY; PROSCHAN, 2010).

Todavia, a fim de verificar a adequabilidade e a normalidade da distribuição, propõe-se a realização dos testes estatísticos *Jarque-Bera* e *Anderson-Darling* (SCHOLZ; STEPHENS, 1987) com os coeficientes de disposição (CD). Cabe notar que é comum ver esses testes estatísticos em estudos e testes experimentais de laboratório no campo das Neurofinanças.

Para constatar se a propensão a realizar ganhos ($PGR > PPR$) é estatisticamente significativa e maior que zero e se, individualmente, os investidores (estudantes) exibem o *efeito disposição* em suas decisões econômicas de curto prazo, um teste-*t* para a diferença entre as duas proporções de ganhos e perdas de cada indivíduo valida estatisticamente a análise.

Para averiguar se um sujeito *i* apresentou o efeito disposição na simulação computacional de investimentos *Investor*, para cada um dos indivíduos da amostra considerou-se identificar se a PGR é superior a PPR e testar se $PGR > PPR$, em que uma proporção é maior do que a outra. Nesse caso, Odean (1998) argumenta que, se a diferença entre as duas proporções ($PGR - PPR$) apresentar significância estatística, a utilização de um teste de diferença de proporções, enquanto procedimento de validade estatística, é amplamente aceita e adequada.

Desse modo, um teste adequado para visualizar tal diferença é o teste Z para diferenças de proporções (BROWN et al., 2006; ODEAN, 1998; MONTGOMERY, 2008), abordagem estatística utilizada neste trabalho. Cabe esclarecer que o cálculo do erro padrão (denominador da equação abaixo) tem como base Odean (1998, p. 1784) e Shefrin e Statman (1985, p. 789):

$$Z_i = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{N_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{N_2}}}$$

Em que:

Z_i é a estatística Z para cada um dos indivíduos *i* e o *p-valor* deve ser encontrado por meio da tabela dos valores críticos para a estatística Z;

$p_1 = PGR$ (proporção de ganhos realizados);

$p_2 = PPR$ (proporção de perdas realizadas),

$N_1 = (GR + GNR)$

$N_2 = (PR + PNR)$

Então, as hipóteses a serem testadas são:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : PGR = PPR \\ H_1 : PGR > PPR \end{array} \right.$$

A fim de estimar os ganhos ou perdas (GR e PR), considera-se cada venda da ação i que é realizada com lucro (ou prejuízo) (GR^i ; PR^i) e é contabilizada como um ganho realizado – *winner*s. Os ganhos e as perdas são frequentemente calculados a partir de um ponto de referência, e neste trabalho utilizar-se-á o *Preço de Compra da Ação i* (PC).

Weber e Camerer (1998) utilizaram o *Preço de Compra* e o *Último Preço* pago como pontos de referência alternativos para medir e calcular o *efeito disposição*. Contudo, esses autores ressaltam que, considerando a subjetividade do ser humano, distintos pontos de referência podem ser definidos e utilizados como base para estimar, medir e verificar a ocorrência do efeito disposição (KLIGER; KUDRYAVTSEV, 2008; PRATES et al., 2013).

Não obstante, a partir dos trabalhos e das contribuições de Grinblatt e Keloharju (2001), o estudo sobre o fenômeno do efeito disposição avança consideravelmente, permitindo novas possibilidades de um maior entendimento e interpretações alternativas, assim como melhores explicações para entender as causas desse viés cognitivo. Grinblatt e Keloharju (2001) sugeriram e implementaram uma mudança significativa no método clássico/tradicional proposto seminalmente por Odean (1998) para estudar o efeito disposição, incapaz de considerar e captar a influência de múltiplas variáveis no momento da tomada de decisão em condições de risco. Os autores apresentaram um modelo matemático/método alternativo para verificação da presença ou ocorrência desse efeito. Cabe ressaltar que o método e modelo de regressão logística para variáveis binárias proposto e utilizado por Grinblatt e Keloharju (2001) está em linha com os objetivos propostos nesta pesquisa (KEMP, 2003) e por isso apresenta substancial importância, à medida que permite a análise de uma série de variáveis no instante/momento da venda ou manutenção de determinado ativo. De

modo que é justamente nesse aspecto que a presente pesquisa procura dar um passo adiante em relação aos estudos e resultados anteriores, incorporando novas variáveis psiconeurofisiológicas ao modelo de Grinblatt e Keloharju (2001).

Nesse sentido, Barberis e Huang (2001) desenvolveram e apresentaram um modelo matemático, exclusivamente quantitativo, que permite medir e avaliar o valor de um ganho ou perda sobre uma ação i entre os tempos t e $t+1$. Assim, no presente trabalho, o método (fórmula) matemático utilizado para definir e calcular o valor de um ganho ou perda sobre uma ação i entre os tempos t e $t - 1$ tem como base o modelo proposto por Barberis e Huang (2001) e é apresentado na equação (18) a seguir:

$$X_{i,t+1} = S_{i,t+1} - S_{i,t} \quad (18)$$

Em que:

X = refere-se à ação i ;

S = valor ou preço da ação i ;

t = tempo ou período consecutivo ($t, t+1, \dots$)

Em relação às estimativas de preferência e atitude em relação a riscos (propensão ou aversão), Henderson (2012) e Kaustia (2010a) argumentam que de acordo com os pressupostos básicos da TP, de Tversky e Kahneman (1992), as preferências, a função valor (curva S) e as atitudes em relação ao risco (propensão ou aversão) do investidor individual podem ser medidas e expressas em termos matemáticos por meio da função $v(x)$ (BARBERIS; XIONG, 2009), desta forma:

$$v(x) = \begin{cases} x^\alpha & \text{se } x \geq 0 \\ -\lambda(-x)^\beta & \text{se } x < 0 \end{cases},$$

em que: x é o ganho em relação ao ponto de referência; $\alpha, \beta \in (0,1)$; os parâmetros (θ) são: (θ) : $1 - \alpha$ = coeficiente de aversão ao risco; (θ) : $1 - \beta$ = coeficiente de propensão ao risco; e (θ) : $\lambda > 1$ coeficiente de versão à perda e introduz uma assimetria sobre a origem, curva “S”. (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974, 1979, 1992; KAUSTIA, 2010a). Os parâmetros apresentados por Kaustia (2010) foram: $\lambda = 2,10$; $\alpha = 0,75$ e $\beta = 0,60$. Já as estimativas dos valores para esse conjunto de coeficientes segundo Tversky e Kahneman (1992) foram: $\lambda = 2,25$; $\alpha = 0,88$ e $\beta = 0,88$.

Desse modo, propõe-se tabular os dados da pesquisa de duas formas: agregada por sujeito e individual por período. Na maneira agregada por sujeito tem-se uma observação de cada variável abordada, fisiológica e neurofisiológica, para cada indivíduo i . Já na forma individual por período, as observações podem ser alargadas, de maneira que se procuram identificar, em cada período t , a alteração e a variação das respostas neurofisiológicas e fisiológicas de cada indivíduo i participante. Dessa forma, com o auxílio da simulação computacional de investimentos nas análises, cada indivíduo i origina e apresenta 21 observações neurofisiológicas e 21 fisiológicas.

A partir da obtenção e tabulação dos dados necessários para verificar, testar e responder (comprovar ou refutar) as hipóteses deste trabalho, optou-se pela construção de modelos econométricos e utilização de análises bioestatísticas (McCULLAGH; NELDER, 1989; SKRONDAL; RABE-HESKETH, 2009). Assim, a presente pesquisa caracteriza-se com importância diferenciada, uma vez que pouco se conhece sobre as reais causas e fatores que determinam a existência do efeito disposição (WANG; JUNG, 2011).

3.5.2 Procedimentos para análise bioestatística

As análises a serem realizadas fundamentam-se na abordagem e em métodos da bioestatística, que propõem a aplicação de estatísticas às análises de dados biológicos, importantes para este trabalho, das respostas e variáveis neurofisiológicas e fisiológicas. Tais análises baseiam-se essencialmente em modelos de dados em painel.

Modelos em dados em painel são bastante utilizados em estudos em que é possível obter informações sobre vários indivíduos ao longo de determinado período temporal. A maior vantagem de dados em painel é o aumento na precisão da estimação que é resultado do maior número de

observações em função da combinação, ou “pooling”, de dados de vários períodos temporais para cada indivíduo.

Uma segunda atração de dados em painel é a possibilidade de estimadores consistentes de modelos de efeitos fixos, que permitem heterogeneidade individual não observável. Ademais, em que pese à robustez e coerência da aplicabilidade dos modelos econométricos de regressão *logit* com dados em painel desbalanceados, o uso de modelos de efeitos fixos (FE) demonstra forte adequabilidade se o objetivo está apenas em analisar o impacto de variáveis de previsão e de resultado que modificam-se ao longo do tempo t . Nesse caso, o termo independente (intercepto) será responsável por diferir os indivíduos. Não obstante, caso os efeitos individuais não se comportem de uma forma determinística, mas sim aleatória, o modelo de efeitos aleatório que introduz a heterogeneidade individual no termo de erro, deve ser utilizado. No entanto, testes devem ser realizados para identificar a melhor especificação para o modelo de dados em painel estático de acordo com os dados utilizados.

Em muitos estudos de economia e finanças, a variável dependente é discreta, indicando, por exemplo, que uma família comprou um carro ou que um empréstimo foi negado para um indivíduo. Esse cenário é o que se enquadra na presente tese, em que temos a variável dependente discreta assumindo o valor 1 em caso de venda de determinado ativo em um intervalo de tempo t ou 0 se o indivíduo não vendeu a ação no mesmo período.

Assim, temos um modelo de dados em painel com variável dependente discreta. De fato, se p_{it} é a probabilidade de um indivíduo i vender um ativo em t , então $E(y_{it}) = 1 * p_{it} + 0 * (1 - p_{it}) = p_{it}$, que é usualmente modelada como uma função de algumas variáveis explicativas como esta:

$$p_{it} = Pr[y_{it} = 1] = E(y_{it}/x_{it}) = F(x'_{it}\beta)$$

Para o modelo de probabilidade linear, $F(x'_{it}\beta) = x'_{it}\beta$ e os métodos usuais de estimação de modelos em dados em painel podem ser aplicados. Caso não seja possível garantir que \hat{y}_{it} pertence ao intervalo $[0,1]$, a solução padrão é usar funções de distribuição normal ou logística que restringem $F(x'_{it}\beta)$ de modo que esteja entre 0 e 1. Essas funções de probabilidade são conhecidas na literatura como *logit* e *probit*, correspondendo às distribuições logística e normal, respectivamente. Mais detalhes sobre os métodos de estimação de

modelos de dados em painel com variável dependente discreta podem ser encontrados em Baltagi (2008) e Wooldridge (2010).

3.5.3 Descrição dos modelos econométricos: modelos de Regressão Logística : \Leftrightarrow nonlinear Generalized Model (logit) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

As principais hipóteses a serem investigadas a partir da análise do modelo de dados em painel são:

- | | |
|---|---|
| { | <i>H₀</i> : não existe diferença significativa de ativação neurofisiológica e fisiológica de acordo com o efeito disposição |
| | <i>H₁</i> : existe diferença significativa de ativação neurofisiológica e fisiológica de acordo com o efeito disposição; |
| { | <i>H₀</i> : não existe diferença significativa de ativação neurofisiológica e fisiológica de acordo com o retorno (desempenho) econômico-financeiro final (retorno percentual absoluto); |
| | <i>H₁</i> : existe diferença significativa de ativação neurofisiológica e fisiológica de acordo com o retorno (desempenho) econômico-financeiro final (retorno percentual absoluto); |

Os dois primeiros modelos econométricos que serão utilizados para investigar as relações de causa e efeito para a propensão individual de vender um determinado ativo em um intervalo de tempo são apresentados nas equações (19) e (20). Lembrando que vender um ativo ($Y = 1$) resulta em ganho (perda) realizado(a) assim como não vender ($Y = 0$) resulta em ganho (perda) não realizado(a). Primeiro apresentamos o modelo considerando os intervalos $[-10,5]$ e $[5,10]$. Pelo que percebi você faz isso para dois tipos de indivíduos investidores pessoas físicas (experientes e inexperientes). Logo, estimou-se o modelo a seguir para cada um desses indivíduos estudados; desse modo:

$$Y_{it} = \beta_{0,it} + \beta_{1,it}intervalo[-10,5]_{it} + \beta_{2,it}intervalo[5,10]_{it} \\ + \beta_{3,it}RRInterval_{it} + \beta_{4,it}RMSSD_{it} \\ + \beta_{5,it}SDNN_{it} + \beta_{6,it}betawave_{it} + \beta_{7,it}alphawave_{it} + u_{it}$$

em que:

Y_{it} é a propensão a vender um determinado ativo;

$intervalo[-10,5]$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

$intervalo[5,10]_{it}$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

$RRInterval_{it}$: Intervalo de tempo, expresso usualmente em milissegundos, entre as ondas “R” da atividade elétrica do coração. A assinatura energética “R” do complexo QRS (presente em cada batimento cardíaco) refere-se a um pico de energia superior aos demais. Por essa razão, esse indicador de variabilidade cardíaca pode ser utilizado como referencial para a mensuração do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos.

$RMSSD_{it}$: Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos, unidade de medida em ms .

$SDNN_{it}$: Desvio-Padrão dos Intervalos Normais RR para um determinado período de tempo

(Standard Deviation of NN Intervals), unidade de medida em ms ; aponta a atividade parassimpática

$betawave_{it}$ é a onda cerebral Beta do indivíduo i em t

$alphawave_{it}$ é a onda cerebral Alfa do indivíduo i em t

u_{it} é o termo de erro robusto aleatório

$i = 1, \dots, n$: são os participantes do experimento

$t = 1, \dots, T$: são os intervalos de tempo das sessões experimentais de simulação computacional de investimentos.

Agora, apresentamos o modelo para os intervalos $]-5,0]$ e $]0,5[$. Pelo que percebi você faz isso para dois tipos de indivíduos (experientes e inexperientes). Se for verdade isso diz que você estima esse modelo para cada um desses indivíduos.

$$Y_{it} = \beta_{0,it} + \beta_{1,it}intervalo[-5,0]_{it} + \beta_{2,it}intervalo[0,5]_{it} \\ + \beta_{3,it}RRInterval_{it} + \beta_{4,it}RMSSD_{it} \\ + \beta_{5,it}SDNN_{it} + \beta_{6,it}betawave_{it} + \beta_{7,it}alphawave_{it} + u_{it}$$

em que:

Y_{it} é a propensão a vender um determinado ativo;

$intervalo[-10,5]$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

$intervalo[5,10]_{it}$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

$RRInterval_{it}$: Intervalo de tempo, expresso usualmente em milissegundos, entre as ondas “R” da atividade elétrica do coração. A assinatura energética “R” do complexo QRS (presente em cada batimento cardíaco) refere-se a um pico de energia superior aos demais. Por essa razão, esse indicador de variabilidade cardíaca pode ser utilizado como referencial para a mensuração do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos.

$RMSSD_{it}$: Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos, unidade de medida em ms .

$SDNN_{it}$: Desvio-Padrão dos Intervalos Normais RR para um determinado período de tempo

(Standard Deviation of NN Intervals), unidade de medida em ms ; aponta a atividade parassimpática

$betawave_{it}$ é a onda cerebral Beta do indivíduo i em t

$alphawave_{it}$ é a onda cerebral Alfa do indivíduo i em t

u_{it} é o termo de erro robusto aleatório

$i = 1, \dots, n$: são os participantes do experimento

$t = 1, \dots, T$: são os intervalos de tempo das sessões experimentais de simulação computacional de investimentos.

Assim, a seguir descrevem-se as cinco variáveis de controle ou explanatórias analisadas nesta segunda proposta de estudo do efeito disposição e que integram o modelo de regressão logística proposto (KEMP, 2003). Cabe ressaltar que além das três variáveis [letras (a), (b)

e (c)] propostas e analisadas em Kaustia (2010a), outras duas variáveis [letras (d), (e)], originadas a partir da primeira proposta de estudo do efeito disposição, são agregadas a esse modelo econométrico:

a) Valor do Portfólio do Investidor (*Investor Portfolio*): definido pelo logaritmo – $[\ln(x)]$ do valor financeiro do portfólio de cada indivíduo adicionado do valor em caixa;

b) Variáveis dependentes ($Y_{i,s,t}$) *Sell or Hold*: são variáveis qualitativas (*dummies*) que representam a estimativa à propensão de um indivíduo a vender ou manter determinada ação i em carteira e em relação a uma condição específica, particular; os dados são analisados considerando o número de períodos com que o indivíduo permaneceu com a ação;

c) Ganho ou Perda de Capital em relação ao Preço de Compra (*Capital Gain or Capital Loss in relation to the Purchase Price - Buy*): essas variáveis são definidas a partir do retorno percentual (%) de uma operação de venda de uma ação i (com lucro ou prejuízo), medido em relação ao preço de compra desse ativo i . Kaustia (2010a) coloca que uma *dummy* associada a um intervalo de variação de preço (*capital gain/capital loss*) aponta se a porcentagem de ganho ou perda de uma ação i vendida incide dentro de determinado intervalo. Do mesmo modo, a *dummy* indica se a porcentagem de um ganho ou perda potencial (*paper gain or paper loss*) de uma ação i , mantida no portfólio, incide dentro de determinado intervalo. Então, de acordo com Kaustia (2010a), a *dummy* para o intervalo [5, 10] será igual a 1 (um) quando a variação de preço da ação i , medido em relação ao seu preço de compra, for maior ou igual a 5% e menor que 10%, e será 0 (zero) em caso contrário.

d) Neurofisiológicas: variáveis neurais, explanatórias, definidas por um conjunto de dados da atividade cerebral (sinais elétricos) que correspondem às ondas cerebrais *alfa* e *beta*;

e) Fisiológicas: variáveis explicativas, cardiovasculares, definidas por um conjunto de dados da atividade eletrofisiológica (sinais elétricos) humana: frequência cardíaca (HR; VFC).

Complementarmente, Kaustia (2010a) sugere e também apresenta uma equação matemática (equação 23) para descrever o efeito marginal (função de distribuição logística: propensão para vender como uma função do retorno em relação ao preço de compra – GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; BARBERIS; XIONG, 2009, 2012) sobre a probabilidade de um indivíduo comprar, vender ou não (condicionado a

manter) uma ação ou ativo financeiro num determinado período (t) (GUJARATI; PORTER, 2011):

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{y_i}}{1 + e^{-y_i}} = e^{y_i}$$

(23)

em que:

P_i = representa a probabilidade de vender a ação i ;

$1 - P_i$ = representa a probabilidade de manter a ação i ;

A fim de oferecer maiores esclarecimentos para o entendimento do efeito disposição e dos quatro modelos econométricos propostos neste trabalho, considerou-se realizar testes estatísticos²¹ para averiguar e identificar a presença de possíveis relações lineares entre as variáveis explanatórias ou de controle.

Nesse caso, verifica-se a ocorrência de: (i) correlação estatística entre as variáveis explicativas nas regressões, colinearidade e multicolinearidade, e teste estatístico de endogeneidade dos regressores, Teste de Hausman e teste t); (ii) autocorrelação (coeficientes: R^2 ; R^2 ajustado) entre as variáveis independentes e autocorrelação serial entre os erros (teste estatístico *Durbin-Watson*); (iii) variância do erro: $\mathbf{E}(\boldsymbol{\varepsilon}^2) = \boldsymbol{\sigma}^2$ (constante) com o teste de White (*heterocedasticidade*) (GUJARATI; PORTER, 2011; HAIR JR. et al., 2005).

Dessa forma, as hipóteses a serem testadas são:

- H_0 : características neurofisiológicas e fisiológicas não são fatores que explicam e são determinantes ao surgimento do efeito disposição.
- H_1 : características neurofisiológicas e fisiológicas são fatores que explicam e são determinantes ao surgimento do efeito disposição.
- H_0 : o efeito disposição e a propensão a vender um ativo não podem ser expressos como uma função linear das variáveis independentes.
- H_1 : o efeito disposição e a propensão a vender um ativo podem ser expressos como uma função linear das variáveis independentes.

²¹ Todos os testes estatísticos são realizados com nível de significância de 5%.

3.6 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE

Diante da insuficiência de uma teoria específica na literatura atual para nortear os procedimentos estatísticos de seleção de variáveis explicativas, e aceitando a hipótese verdadeira de que a relação direta entre as variáveis abordadas e a determinação do efeito disposição ainda é desconhecida, para fins de análise e seleção de variáveis explicativas optou-se por utilizar o método e procedimento estatístico de regressão linear múltipla – *logit* (para variáveis binárias) –, que objetiva promover a seguridade das análises e inferências a partir dos modelos econométricos estruturados e propostos nesta pesquisa (GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; KEMP, 2003; KAUSTIA, 2010a).

Assim, o estudo das relações entre ilusões cognitivas e variáveis biológicas, neurofisiológicas e fisiológicas como possíveis elementos ou fatores determinantes para o surgimento de tais vieses cognitivos apresenta-se como uma abordagem relativamente atual e recente sobre o tema, de maneira que a teoria ainda se encontra limitada (AGRESTI, 2007; FRYDMAN et al., 2014).

A escolha por tais métodos de análise e procedimentos estatísticos de seleção fundamentou-se no princípio da parcimônia de explicação simples e na possibilidade de obter um modelo com maior poder de predição, melhor calibrado, com menor tempo de medição (MONTGOMERY, 2008).

Em linha com as descobertas e os modelos apresentados por Grinblatt e Keloharju (2001), Kaustia (2010a), Barberis e Xiong (2009, 2012), pode-se considerar o modelo de regressão logística para variáveis dependentes qualitativas ou de resposta binomialmente distribuídas, proposto pelo presente trabalho, um método válido e adequado (KEMP, 2003). Esse modelo possibilita e permite a criteriosa avaliação e análise de todas as cinco variáveis de controle ou explanatórias já apresentadas.

À medida que se propõe a realizar o estudo do efeito disposição em um ambiente controlado e a partir da análise de dados de laboratório, além da tentativa por validar os resultados obtidos anteriormente pelos autores aqui referenciados, espera-se avançar em relação aos estudos apresentados até este momento na literatura das áreas de Finanças e Economia (ODEAN; BARBER, 2011; GRINBLATT; KELOHARJU,

2001; BARBERIS; XIONG, 2009; KAUSTIA, 2010; FRYDMAN et al., 2014; GOULART et al., 2013; DA SILVA et al., 2013).

Não se espera que este estudo seja relevante para todos os indivíduos ou que contribua integralmente com o entendimento do comportamento humano, explicando todas as circunstâncias comportamentais dos indivíduos. Almeja-se, na verdade, contribuir com uma análise abrangente de características neurais, comportamentais e fisiológicas dos agentes econômicos frente à tomada de decisão.

Assim, esta tese procura contribuir com a literatura de Economia e Finanças, bem como com o jovem campo de estudos Neurofinanças, buscando pela primeira vez analisar o comportamento das ondas cerebrais *alfa* e *beta* no processo de tomada de decisões financeiras, no efeito disposição e na propensão em vender (ou manter) um ativo. Com as análises, pretende-se colaborar com o entendimento e mapeamento do comportamento humano frente à tomada de decisões financeiras em condições de risco (BRUGUIER et al., 2010; FRYDMAN et al., 2014).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados alcançados por meio da aplicação dos testes empíricos. Primeiramente são mostradas estatísticas descritivas das variáveis abordadas neste estudo. E em seguida são apresentados os resultados alcançados pelos testes das hipóteses.

Dessa forma, Lo e Repin (2002) e Goulart et al. (2013) investigaram relações entre cinco variáveis fisiológicas associadas a estados emocionais do investidor individual e às violações da TUE no contexto da tomada de decisão financeira. Embora Lo e Repin (2002) e Goulart et al. (2013) tenham utilizado múltiplos indicadores e variáveis biológicas, relacionadas à fisiologia e à psicologia humana, para estudar o fenômeno do *efeito disposição*, a presente pesquisa propõe uma abordagem alternativa – neurobiológica, pautada apenas em aspectos neurofisiológicos e psicofisiológicos (construção teórica ainda não abordada). Nesse caso, as variáveis fisiológicas investigadas e analisadas, e que delimitam o alcance máximo desta tese (delimitação), são frequência cardíaca (***FC/intervalos R-R***) e variabilidade da frequência cardíaca (***VFC***). A definição por tal delimitação de estudo, bem como a opção de analisar apenas as características cardiovasculares individuais dos tomadores de decisão (variáveis fisiológicas do investidor individual, descritas acima), fundamentou-se na literatura e se pautou pela robustez científica enquanto indicadores (***FC/HR; VFC***) e índices (***Intervalos R-R; SDNN; RMSSD***) que demonstram elevado grau de acurácia, alto poder de precisão e confiabilidade estatística. Representam a variabilidade global e refletem a atividade e a interação dos dois subsistemas (simpático e parassimpático) diretamente associados e modulados (regulados) pelo Sistema Nervoso Autônomo (**SNA**).

Nesse sentido, Sapra e Zak (2008) explicam que se o sistema simpático aumenta demasiadamente a frequência cardíaca – *ação associada com resposta do organismo de “luta e fuga”* – o sistema parassimpático entra em ação imediatamente (*ativação vagal ou do nervo vago*) para inibir essa ação e diminuir o ritmo cardíaco (HAAG et al., 2004). Nesse caso, Lane et al. (2009) explicam que os efeitos ou reações do sistema simpático são apontados na escala de tempo de segundos (*s*), enquanto os efeitos ou reações parassimpáticas são notados na escala de tempo de milissegundos (*ms*).

Estudos recentes no campo das Neurofinanças, de base fisiológica (YOON et al., 2012; LO; REPIN, 2002) e psicofisiológica (BARBER; ODEAN, 2001; DAMÁSIO, 1994; SHIV et al., 2005), têm demonstrado que múltiplos elementos de natureza biológica frequentemente tendem a influenciar o processo de tomada de decisão (SUMMERS; DUXBURY, 2012; Da Silva et al., 2013). Entre eles, a assimetria entre cérebros masculino e feminino, a lateralidade cerebral, o tamanho dos dedos, a chamada razão 2D:4D (BAILY; HURD, 2005), os hormônios sexuais (BOSSAERTS, 2009) e o emocional (estados emocionais; experiências/emoções negativas; crença em Deus) (KNUTSON; PETERSON, 2005).

4.1 SUJEITOS

A população selecionada para compor e formar a amostra final do presente trabalho foi definida com base na literatura da área, em que se optou por 17 indivíduos adultos, todos com idade entre 18 e 27 anos, exclusivamente destros e do sexo masculino (FRYDMAN ET AL., 2014).

Portanto, dezessete sujeitos participaram deste estudo, em que foram categorizados como investidores profissionais e indivíduos inexperientes em relação à experiência prévia no mercado financeiro e de capitais brasileiro. É importante notar que os participantes que apresentaram dominância manual esquerda (canhotos) foram excluídos e novos sujeitos foram adicionados à amostra para se chegar ao total de 17 participantes. Os grupos eram equivalentes em termos de idade. Antes de iniciar a sessão experimental, todos os participantes tiveram obrigatoriamente de assinar, em regime de plena concordância, o termo de consentimento livre e esclarecido, conforme a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Esta tese foi avaliada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos.

4.2 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Em um primeiro momento, apresentam-se a análise dos resultados a partir das estatísticas descritivas representativas do comportamento e as características das variáveis estudadas nesta pesquisa, que tem por fundamento os dados qualitativos e quantitativos. Em seguida, à luz da abordagem metodológica da bioestatística, procede-se com uma apresentação descritiva das relações lineares, causais associativas e de dependência entre as variáveis abordadas e em

análise, para então conduzir ao exame e à mensuração dos resultados empíricos alcançados, que, de modo fundamental, serviram como base para o desenvolvimento das análises e discussões inferenciais.

A fim de oferecer maior acurácia, robustez e poder de consistência aos procedimentos metodológicos em relação aos cálculos matemáticos e à construção das análises econométricas, considerou-se a utilização de duas ferramentas estatísticas de análise de dados, em que pese a observação de propriedades estatísticas robustas, de modo que seja conjecturada a inclusão automática e sistemática de funções tais como: precisão, integridade, eficiência, função viés (*bias* ou *bias function*) e elevado grau de consistência. Assim, incluem-se o *software* estatístico STATA[®] *Data Analysis and Statistical Software* (SKRONDAL; RABE-HESKETH, 2009) e o programa estatístico MATLAB[®] (Mathworks, Inc., Sherborn, MA) – Matrix Laboratory (DE MARTINO; CAMERER; ADOLPHS, 2010; LAUFS et al., 2003), que tem como base operacional um sistema algébrico computacional que permitiu a formulação das análises dos dados comportamentais e neuropsicofisiológicos. Ambos os pacotes estatísticos estão disponíveis em laboratório da Universidade Federal de Santa Catarina.

É importante considerar a crescente aceitação do campo de estudos das Neurofinanças (FRYDMAN et al., 2014) e da Neuroeconomia (BERNHEIM, 2009), por incorporarem relevantes variáveis, como as biológicas (DA SILVA et al., 2013) e psicofisiológicas (HIRSHLEIFER, 2014), enquanto fatores/parâmetros exógenos e endógenos (HIRSHLEIFER; SUBRAHMANYAM; TITMAN, 2006), alternativos, como elementos subjetivos importantes e que podem afetar significativamente o comportamento dos preços das ações (SHILLER, 2014) e a atividade de negociação no mercado de capitais (HIRSHLEIFER, 2001), bem como a tomada de decisão de investimentos financeiros do investidor individual – pessoa física (KAUSTIA, 2010; BARBERIS; XIONG, 2009, 2012).

Em relação aos tratamentos de procedimentos estatísticos das observações extremas – *outliers* –, foram investigados os resíduos das regressões no que tange à inclinação e ao achatamento, a fim de tentar obter maior robustez nas análises, com uma menor distorção possível. Todos os valores das variáveis examinadas que apresentaram um registro maior que dois desvios-padrão em relação à média (último valor de corte) foram desconsiderados para as análises. Tal procedimento para exclusão de valores extremos, valor de corte, encontra amparo na literatura da área, de modo que está em linha com o Tratamento de *Outliers*.

Os procedimentos adotados para tratar a amostra estão em conformidade com Frydman et al. (2014), ao destacarem que os *outliers*, observações discrepantes na amostra, podem ser excluídos diretamente ou substituídos pelo método de *winsorização* em cada lado da distribuição ou padronização das variáveis para exclusão de observações acima de dois desvios-padrão. Especificamente para este estudo, o método de winsorização de variáveis não é adequado, pois afetaria a capacidade de observar o fenômeno investigado ao repetir os valores de observações a partir de um ponto de corte definido em cada cauda, afetando medir a suavização de resultados e o conservadorismo.

De toda maneira, o tratamento de amostras em estudos nas ciências sociais aplicadas é subjetivo e cabe ao pesquisador escolher o método que menos interfira no fenômeno investigado. Portanto, as métricas de manipulação da distribuição foram adotadas visando evitar valores extremos (*outliers*). Desse modo, o procedimento foi desconsiderar (eliminar) os valores que apresentaram distanciamento de dois desvios-padrão em relação à média.

Sobre o viés de sobrevivência (*survival bias*), não foi definido um procedimento específico para o tratamento de descontinuidade de série de dados, uma vez que os exames de análise dos dados constataram ausência de observações desse tipo, e por se tratar de um viés não desejado para o presente trabalho.

Vale observar que a utilização de índices minimiza a influenciado viés da sobrevivência na amostra, uma vez que todas as ações, mesmo aquelas que deixaram de existir em algum período da amostra, são consideradas no cálculo.

4.3 PRIMEIRO ENSAIO: Teste de Predição Comportamental das Finanças Comportamentais (Test of Behavioral Prediction)

O primeiro ensaio teve como objetivo o exame e a análise de existência do viés cognitivo efeito disposição entre os participantes do experimento.

Shefrin e Statman (1985), por meio da abordagem matemático-probabilística e com base nos pressupostos da *Prospect Theory*, defenderam a hipótese de que o efeito disposição poderia ser explicado por meio de dois pressupostos dessa teoria: (i) a ideia de que os ganhos e as perdas são avaliados em relação a um ponto de referência; e (ii) a tendência humana em buscar o risco frente a possíveis perdas, evitando-o quando existe a possibilidade de um ganho certo. Ambos os

argumentos estão fundamentalmente amparados por aspectos psicológicos e comportamentais que orientam as decisões humanas. Além desses fatores, outros aspectos comportamentais e psicológicos já foram estudados na tentativa de melhor compreender a tomada de decisão humana e explicar o efeito disposição, quais sejam: a aversão a perdas (SHEFRIN; STATMAN, 1985); o efeito reflexo (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979); a reversão à média (ANDREASSEN, 1998); a contabilidade mental (THALER, 1985); a Teoria da Utilidade da Realização associada ao desconto intertemporal (FRYDMAN et al., 2014; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013), entre outros.

A utilização da simulação computacional em ambiente de laboratório permite a realização de experimentos com a condição ou cláusula *ceteris paribus* (SCHIFFER, 1991; EARMAN; ROBERTS, 1999).

Na área da Economia, a adoção da condição *ceteris paribus* permite, em princípio, o estudo e a análise de determinado mercado peculiar, particular (*sui generis*), selecionando apenas as variáveis específicas (que exercem influência sobre outras variáveis) que se pretende analisar. Adicionalmente, Levitt e List (2007) colocam que o método experimental de laboratório na Economia permite observações *ceteris paribus* dos agentes econômicos individuais que seriam difíceis de obter de outra forma (SCHIFFER, 1991; EARMAN; ROBERTS, 1999; MACEDO JR., 2003; LEVITT; LIST, 2007).

Nesse sentido, em relação ao poder de confiabilidade e à capacidade de explicação e validade (interna e externa) dos resultados encontrados em ambiente de laboratório, Camerer e Fehr (2004) argumentam que as inferências feitas a partir de dados e resultados experimentais encontrados em ambiente controlado de laboratório podem ser consideradas adequadas e uma importante fonte de evidências empíricas, sendo largamente representativas do mundo real (realidade/campo profissional) (SELTEN, 1998; HEY; ORME, 1994; HARRISON; RUTSTRÖM, 2008; ANDERSON; MELLOR, 2008; FALK; HECKMAN, 2009).

Além de oferecer a possibilidade de replicabilidade dos dados para testar a capacidade preditiva de teorias e estudar o comportamento humano a um custo relativamente baixo (FRIEDMAN; SUNDER, 1994), a pesquisa econômica experimental de laboratório tem propiciado novas possibilidades de explicação e interpretação alternativas para a ocorrência do efeito disposição, contribuindo para o avanço da teoria econômica (CAMERER; FEHR, 2004; LIST, 2006; BENZ; MEIER, 2008).

A Tabela 7 apresenta algumas estatísticas sobre os dados resultantes das simulações computacionais de investimentos financeiros de curto prazo realizadas com o *Investor*. Percebe-se que o retorno médio foi superior nos sujeitos com experiência – investidores profissionais em nível individual (15.56) – e que, curiosamente, a quantidade média de transações realizadas nos experimentos foi próxima tanto para os indivíduos sem experiência (=5.5833) quanto para os profissionais (=6.6000).

TABELA 7. ESTATÍSTICA DESCRITIVA – SIMULAÇÃO #

	Amostra total	Sem experiência	Com experiência
Amostra final	17	12	5
Número total de transações	100	67	33
Transações por grupo – média	5.8824	5.5833	6.6000
Retorno final % anualizado – média	7.4706	4.1000	15.5600

Como descrito na metodologia, o efeito disposição pode ser medido tanto de modo agregado (considerando um único Coeficiente de Disposição para cada amostra, baseado na soma dos ganhos e perdas realizadas), como ao nível individual (considerando um CD para cada unidade amostral, obtendo-se assim diversos coeficientes e viabilizando a análise através de testes para diferenças entre médias e medianas, por exemplo). Nesta seção são apresentados os resultados exclusivamente em nível individual (Cfe. TAB. 8, 9 e 10).

Weber e Camerer (1998) explicaram que o coeficiente de disposição (α) será igual a zero se não houver ocorrência dessa ilusão cognitiva (o *disposition effect*) e positivo quando o fenômeno for exibido e observado. Esse coeficiente de disposição (α) será igual a (+1) se o indivíduo somente realizar vendas depois de um ganho e igual a (-1) se uma situação oposta acontecer (WEBER; CAMERER, 1998). Nesse caso, o resultado (CD_i) em ambas as equações (7) e (8) representa o coeficiente do *efeito disposição* independente para cada indivíduo/investidor. Conforme explicam Weber e Camerer (1998) e Dhar e Zhu (2006), o coeficiente de disposição independente (CD_i) será máximo e igual a [+1] apenas quando o indivíduo realizar vendas com

lucro. Nessa situação, o resultado positivo evidenciaria a ocorrência de um *efeito disposição* em nível máximo. Ainda, será [0] – zero – se o indivíduo não exibir o *efeito disposição* e será igual a [-1] – limite inferior máximo do (*CDi*) – se o investidor somente realizar vendas com prejuízo, caracterizando, dessa forma, um *efeito disposição reverso* extremo (FENG; SEASHOLES, 2005; DAHR; ZHU, 2006; CHEN et al., 2007; GOULART et al., 2013).

As tabelas 9 e 10, a seguir, apresentam os registros realizados pelo cardiofrequencímetro Polar modelo S810i de cada participante, acessado por meio do software *Polar Precision Performance*. Os artefatos encontrados no registro da VFC foram eliminados automaticamente por esse programa, na opção *correção de erros*. Em seguida os dados foram exportados individualmente em formato *.txt* para o MatLab Analysis Software, que permitiu a análise dos indicadores da VFC de cada indivíduo examinado. Foram examinadas as variáveis psicofisiológicas SDNN, RMSSD (domínio do tempo); outros indicadores foram registrados mas não utilizados para análise.

O aumento do batimento cardíaco pode ser interpretado como indicador de estado emocional (ou emoção) nos seres humanos. Tomadores de decisão emocional podem ser deduzidos a partir de sinais fisiológicos como a frequência de batimentos cardíacos – neste trabalho, demonstramos que o reconhecimento das emoções ou estado emocional independente inferida a partir de sinais fisiológicos é viável. Ademais, Goulart et al. (2013) verificaram que os indivíduos que exibem maior *efeito disposição* são aqueles que apresentam baixa variabilidade da frequência cardíaca (VFC), menor temperatura corporal (*body temperature*) e maior nível de suor na pele (*characteristic-skin conductance response*). Os autores perceberam ainda que pequenas modificações na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a tomada de decisão financeira tendem a influenciar e podem alterar significativamente a atitude do investidor profissional em relação à exposição a risco (BOSSAERTS, 2009; LO; REPIN, 2002).

Tabela 10. Estatísticas descritivas da variável psicofisiológica – Simulação #

Sujeito #	Período _[t] Intervalo	R-R interval	CD _t	Heart rate variability	RMSSD	SDNN	Total de Observações	
							HR	VHR
<i>Inexperiente#1</i>	[9, 30]	1.0628	0.5000	0.0003	0,09677	0.10834	234	245
#2	[9, 30]	0.6384	0.0357	0.0001	0,02198	0.04807	423	437
#3	[9, 30]	0.6119	1.0000	0.0002	0,02470	0.05523	392	397
#4	[9, 30]	0.5538	0.4167	0.0007	0,00655	0.01403	408	423
#5	[9, 30]	0.5620	0.8000	0.0002	0,01291	0.02888	456	477
#6	[9, 30]	0.7949	-0.3636	-0.0007	0,04931	0.06838	309	326
#7	[9, 30]	0.7891	0.8571	-0.0003	0,05338	0.07142	311	322
#8	[9, 30]	0.8986	0.4643	-0.0002	0,05290	0.05717	284	295
#9	[9, 30]	0.8050	0.5500	0.0006	0,04307	0.06485	298	309
#10	[9, 30]	0.9038	-0.2222	0.0007	0,07521	0.09374	272	282
#11	[9, 30]	0.7700	-0.4444	-0.0000	0,01818	0.04396	328	344
#12	[9, 30]	0.9635	0.0000	-0.0002	0,08016	0.07446	249	259
<i>Especialista#1</i>	[9, 30]	0.7363	-0.0500	-0.0002	0.01768	0.01654	325	343
#2	[9, 30]	0.7589	0.2000	0.0001	0.02896	0.03891	295	308
#3	[9, 30]	0.6627	0.0000	0.0007	0.01340	0.02281	341	351
#4	[9, 30]	0.6089	0.6000	-0.0007	0.00741	0.01515	371	386
#5	[9, 30]	0.7134	0.6000	-0.0001	0.02654	0.06932	369	387

Há consistentes evidências empíricas de que os investidores aprendem a tomar melhores decisões naturalmente por meio de *feedbacks* simples. A partir do “método de aprendizagem por reforço” (*reinforcement learning method*), investidores individuais podem superar seu próprio desempenho passado em fazer escolhas de investimento (KAELBLING; LITTMAN; MOORE, 1996; CHOI et al., 2009).

As variáveis fisiológicas apresentaram um comportamento de continuidade, com crescimento ou redução em relação à linha de base, para as situações da simulação experimental. Cabe destacar que as variáveis R-R intervalos e SDNN aumentaram da situação *baseline* para a *task*. De certa forma, essas variações fisiológicas estão de acordo com o que Lo e Repin (2002) e Goulart et al. (2013) encontraram.

Tabela 11. Estatísticas Descritivas - Medidas de tendência central da variável psicofisiológica

Variáveis		Baseline*			Erro padrão EP = $\sigma / \sqrt{(n)}$	t-test (H1: exp. \neq inexp.)
		Heart Rate Variability (HRV)				
Sujeitos #		Média	Desvio-padrão(σ)	p-valor		
$F_{exp} = 0$ anos		0.7479	0.1897	0.006	0.1546	-1.3658
$F_{exp} \geq 0$ anos		0.7393	0.0984	0.020		
Variáveis		Task/Experimento*			Erro padrão EP = $\sigma / \sqrt{(n)}$	t-test (H1: exp. \neq inexp.)
Sujeitos #		Heart Rate Variability (HRV)				
		Média	Desvio-padrão(σ)	p-valor		
$F_{exp} = 0$ anos		0.6487	0.1668	0.004	0.1296	10.19***
$F_{exp} \geq 0$ anos		0.6927	0.0666	0.002		
Teste t (H0: exp = inexp) two-tailed t-test				N. Obs. = 1.119 exp. / 1.318 = inexp.		
Teste t (H1: exp \neq inexp)				N. Obs. = 1.701 exp / 1.913 = inexp.		

Nota: O fator experiência prévia no mercado de capitais dos sujeitos é expresso por: $F_{ex.p}$. O valor dos graus de liberdade para a análise de variância (ANOVA) é igual a 15. A VFC (HRV) é obtida pela análise dos intervalos R-R, e mensurada por meio de conversores analógicos e digitais, na escala de tempo de 60 segundos a 24 horas, com o sistema Holter; o erro-padrão da média de uma amostra é uma estimativa do desvio-padrão da distribuição das médias de amostras com o mesmo tamanho obtidas da mesma população, e dessa forma uma medida da incerteza associada à estimativa da média na população. No caso do erro-padrão da média, este é obtido dividindo-se o desvio-padrão da amostra pela raiz quadrada do número de observações na amostra. O erro-padrão da estimativa diminui com o aumento do tamanho da amostra, refletindo o aumento de precisão da estimativa com o tamanho da amostra. Se o objetivo for indicar a imprecisão associada à estimativa de um determinado parâmetro (e.g. média), pode-se utilizar o erro-padrão. Os valores aqui apresentados (média, mediana, desvio-padrão, máximo, mínimo e soma) são referentes aos dados no formato individual (não agregado), utilizados para o cálculo dos Coeficientes de Disposição e para os testes realizados.

★significativo a 10% ★★significativo a 5% ★★★significativo a 1%

Tabela 12. Estatísticas Descritivas - Medidas de tendência central da variável psicofisiológica

Variáveis Sujeitos #	Baseline*			HR - (bpm)	teste W=U (H ₁ : S _{exp} ≠ S _{inexp})
	Heart Rate Variability (HRV)			Média	
	Mediana	Skewness	T-kurtosis		
$F_{exp} = 0$ anos	0.6730	0.8296	2.6715	80.22	5.9900*** (z-valor)
$F_{exp} \geq 0$ anos	0.7260	1.4377	4.9934	81.16	

Variáveis Sujeitos #	Task/Experimento*			HR - (bpm)	teste W=U (H ₁ : S _{exp} ≠ S _{inexp})
	Heart Rate Variability (HRV)			Média	
	Mediana	Skewness	T-kurtosis		
$F_{exp} = 0$ anos	0.5860	2.1434	6.6098	92.49	28.1831*** (z-valor)
$F_{exp} \geq 0$ anos	0.6940	0.2060	2.1314	86.62	

Estatística W=U de Wilcoxon-Mann-Whitney: two-tailed W-test

N. Obs. = 1.119 exp. / 1.318 = inexp.

N. Obs. = 1.701 exp / 1.913 = inexp.

Graus de liberdade (GL/DF) = 3.612 -

Graus de liberdade (GL/DF) = 2.435

Nota: O fator experiência prévia no mercado de capitais dos sujeitos é expresso por: F_{exp} . O valor dos graus de liberdade para a análise de variância (ANOVA) é igual a 15. A VFC (HRV) é obtida pela análise dos intervalos R-R, e mensurada por meio de conversores analógicos e digitais, na escala de tempo de 60 segundos a 24 horas, com o sistema Holter; o erro-padrão da média de uma amostra é uma estimativa do desvio-padrão da distribuição das médias de amostras com o mesmo tamanho obtidas da mesma população, e dessa forma uma medida da incerteza associada à estimativa da média na população. No caso do erro-padrão da média, este é obtido dividindo-se o desvio-padrão da amostra pela raiz quadrada do número de observações na amostra. O erro-padrão da estimativa diminui com o aumento do tamanho da amostra, refletindo o aumento de precisão da estimativa com o tamanho da amostra. Se o objetivo for indicar a imprecisão associada à estimativa de um determinado parâmetro (e.g. média), pode-se utilizar o erro-

padrão. Os valores aqui apresentados (média, mediana, desvio-padrão, máximo, mínimo e soma) são referentes aos dados no formato individual (não agregado), utilizados para o cálculo dos Coeficientes de Disposição e para os testes realizados.

***significativo a 10% **significativo a 5% ***significativo a 1%**

Ao examinar as tabelas 11 e 12, pode-se perceber que os investidores inexperientes demonstraram um batimento cardíaco (HR) menor e, conseqüentemente, uma VFC mais elevada do que o nível de repouso, sinalizando melhor rendimento nos jogos e eficiência na tomada de decisão. Para essa análise, utilizou-se o teste não paramétrico Man-Whitney Willcox bicaudal (testa a dif. nas medianas), em que significa que as medianas são de fato diferentes. O aumento isolado da FC mostrou-se um indicador para uma tomada de decisão negativa na simulação computacional de investimentos financeiros de curto prazo e sob condições de risco. Com isso, infere-se que quanto maiores os índices de VFC melhor o desempenho (*performance*) em funções executivas e tomada de decisão.

Os resultados indicaram que os indivíduos que apresentaram elevada VFC durante a linha de base mantiveram esse aumento de VFC e obtiveram melhor performance e acerto de respostas em memória de trabalho e atenção, com maior velocidade de tempo de reação. Os indivíduos que apresentaram pouca VFC na linha de base demonstraram mais erros nas respostas de memória de trabalho, com diminuição de VFC durante o desempenho cognitivo. Os que tiveram alto HRV apresentam mais emoções positivas e fornecem/dão respostas mais rápidas e precisas em tarefas cognitivas que avaliam função executiva.

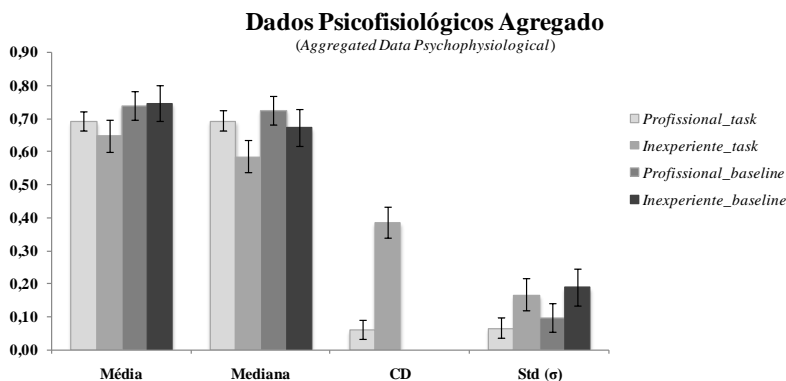
Apesar de não constarem nas tabelas, os testes *Jarque-Bera* e *Anderson-Darling* foram realizados com os CD a fim de verificar a normalidade da distribuição. Em todos os casos não se rejeitou a hipótese nula ($p\text{-valor} < 0.10$) de que a distribuição da variável analisada segue uma distribuição normal. No entanto, os mesmos testes foram aplicados às PGR e PLR e os resultados apontaram para a rejeição da hipótese nula de normalidade ($p\text{-valor} > 0.10$).

Dessa forma, os resultados obtidos através do teste t para diferença de médias (que pode ser verificado na \rightarrow TAB. 18) são mais robustos para o caso $H_1: CD > 0$ do que para as proporções de ganhos e

perdas ($H_1: PRG > PRL$). A Tabela 3 também mostra os resultados obtidos com os testes de *Wilcoxon* e *Mann-Whitney* para as medianas, que são não paramétricos e por isso não exigem a normalidade da distribuição. Nos resultados dos testes de *Mann-Whitney* observa-se que a significância estatística também ocorreu para os indivíduos ($p\text{-valor} < 0.01$) e para os resultados gerais ($p\text{-valor} < 0.01$). De outro modo, os sujeitos inexperientes apresentaram maior efeito disposição e um batimento cardíaco mais acelerado; e os profissionais não apresentaram o ED e tiveram um batimento cardíaco menor – Odean (1998, 1999, 2000, 2001) = teste de diferença entre proporções PGR e $PLR = PGR > PLR$.

Ao considerar os resultados obtidos através das simulações experimentais, as Tabelas 11 e 12 mostram que houve significância estatística $p\text{-valor} < 0.01$ tanto para os testes t ($t\text{-test} = 10.19, p < 0.001$) quanto para a estatística $W=U$ de *Wilcoxon-Mann-Whitney*: two-tailed $W\text{-test}$ ($W=U\text{-test} = 28.1831, p < 0.001$) realizados. Ou seja, as simulações dos investidores inexperientes apresentaram a ocorrência do viés do efeito disposição (=PGR-PLR), enquanto os investidores profissionais não tenderam a exibir tal viés cognitivo ($p\text{-valor} < 0.01$). A Figura 15 ilustra essa situação.

Fig. 15 – Medidas de performance ECG e ED apresentado por investidores profissionais e inexperientes.



Nota: incluindo barras de erro-padrão.

Em relação às medidas neuropsicofisiológicas de EEG, cabe notar que mudanças morfológicas no ECG são refletidas diretamente no complexo-QRS e podem ser avaliadas por meio de diferentes parâmetros, como o teste T-kurtosis.

Procurando validar os resultados alcançados em relação à exibição forte do efeito disposição em nível individual, inconsistente com os modelos da utilidade esperada (Cfe. Fig. 19) (HIRSHLEIFER et al., 2006) e o modelo da realização de utilidade (realization utility model – FRYDAMAN, RANGEL, 2011) anteriormente por Grinblatt e Keloharju (2001), Lo e Repin (2002), Kaustia (2010a), Barberis e Xiong (2009, 2012), Odean (1998), Frazzini (2006), Camerer (2013), Frydman et al. (2014), Goulart et al. (2013), elaboraram-se as figuras 16; 17, 18 e a Tab. 13 a seguir:

Tabela 13. Estatísticas descritivas da variável neural (brain waves) – Simulação #

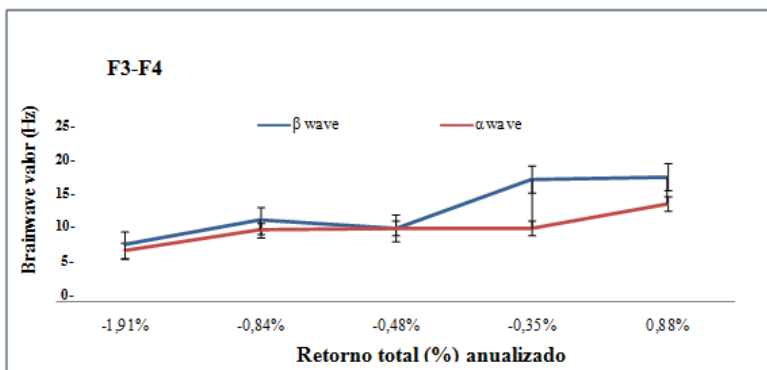
Subjects#	Freq. (Hz) dominante geral # _i		Brain Waves Bands						Outliers	Total de Obs.
	HE	HD	Theta		Alpha		Beta			
			HE	HD	HE	HD	HE	HD		
<i>Inexperiente#1</i>	6,2252	5,374	-0,2847	9,5552	0,0938	8,0470	12,8198	12,1249	25956	490.140
#2	5,8175	5,881	-0,0871	7,2575	-0,0054	6,1314	10,4399	10,4132	29791	506.785
#3	6,8705	8,094	-0,0003	6,2911	0,0515	7,1733	9,8550	9,5367	25603	463.869
#4	6,9071	6,492	-0,3475	10,5712	-0,0229	9,5331	11,5432	8,8530	20583	442.265
#5	5,9314	17,81	10,1532	9,7680	6,2456	6,2057	6,9292	10,3087	3591	76.025
#6	5,2767	5,224	-0,1268	7,1699	-0,0585	6,4829	12,0833	11,8507	21397	406.635
#7	5,6187	5,805	0,1505	7,7998	0,0894	6,7249	13,0075	12,0579	26090	504.342
#8	5,1636	5,203	-0,0196	6,3910	-0,0024	6,1538	12,5956	11,1630	30409	502.071
#9	8,5052	5,459	-0,0742	6,3616	-0,0855	7,4975	8,5589	9,2815	24549	454.683
#10	11,5810	16,24	-0,0815	7,5957	-0,0828	9,4349	9,8624	9,2218	20902	523.866
#11	5,9232	5,652	-0,0090	6,8092	0,0202	5,9517	10,0870	10,7494	24120	494.024
#12	6,1530	5,497	-0,0447	5,5685	-0,0179	6,2192	8,7331	8,1973	24551	464.921
<i>Especialista#1</i>	115,3152	11,9624	-0,0442	7,3058	0,0281	10,4529	8,9839	8,9967	15411	478.157
#2	6,2841	5,9876	-0,0369	5,5530	-0,0085	4,6378	7,0720	7,3842	18682	450.310
#3	7,1692	5,8490	9,2288	8,9242	6,3369	6,0301	7,2145	5,9369	3212	54.132
#4	6,3046	6,3450	-0,0958	7,4228	-0,0106	6,6553	8,7800	10,3422	17912	444.936
#5	6,1047	5,9383	13,6925	14,9314	9,1824	10,2992	5,8569	6,9388	2015	66.593

Nota: Para correção de dados anormais, remoção de artefatos de EEG e maior robustez do método de validação para as análises de frequência espectral, considerou-se a aplicação de filtros especiais como o de alta e baixa (faixa espectral de frequência) frequência e o de incisura (60Hz); e o Filtro de Gauss unidimensional. (LAUFS et al., 2003)

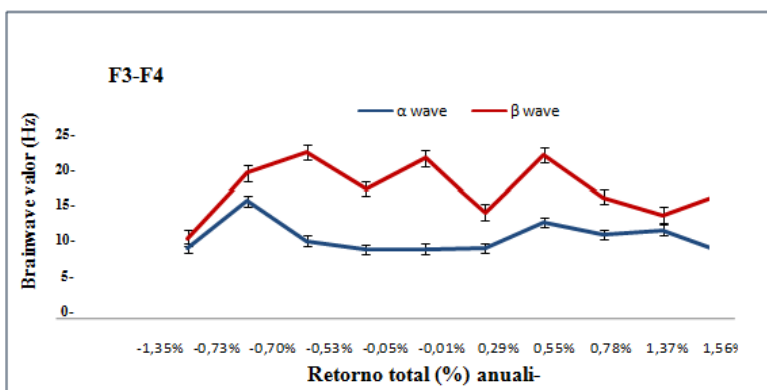
A diferença entre essas medidas neuropsicofisiológicas de *task* e de atividade de base, no entanto, representaria ativação inferida do

indivíduo em resposta ao estímulo (*inferred activation in response to the stimulus*). Essa distinção é importante para manter a clareza conceitual ao revisar a literatura sobre frontal assimetria EEG. Conforme explicam Coan e Allen (2004): “Additionally, difference scores based on alpha power asymmetries tend to show high internal consistency and acceptable test-retest reliability, dispelling fears about reduced reliability attributable to difference scores per se” (COAN; ALLEN, 2004).

De acordo com Kaustia et al. (2008) e os pressupostos e axiomas básicos da *realization utility theory*, não se deveria esperar que a atividade neural apresentasse qualquer tipo ou grau de correlação com o ganho de capital (FRYDMAN et al., 2014; FRYDMAN; RANGEL, 2011). Nesse sentido, as figuras 16, 17 e 18, a seguir, apresentam evidências empíricas contrárias a tal proposição.



(A)



(B)

-1,35% -0,73% -0,70% -0,53% -0,05% -0,01% 0,29% 0,55% 0,78% 1,37% 1,56% 1,59%

Retorno total (%)

Fig. 16 – *Neurofeedback*: medidas preditivas e indicadores de desempenho decisório financeiro em nível individual (*profit investment ratio*) e de comportamento da atividade elétrica neuronal para a realização de análises comparativas subjacentes de correlação e associação binária linear entre as duas bandas de

frequência (Hz) abordadas – condição neuropsicofisiológica –, parâmetros para distintos estados mentais (emoções), e o padrão de performance apresentado por investidores profissionais (1A). Nota: os eletrodos destacados foram significativos durante a janela de tempo inteiro exibido ($p < 0.01$).

No que tange à robustez científica do estudo com EEG, esta tese está fundamentada e apoia-se no argumento também defendido por Frydman et al. (2014), em que explicam:

[...] as técnicas de imagiologia cerebral são ferramentas simplesmente complementares, que podem ser utilizadas para testar hipóteses sobre o comportamento dos investidores que são difíceis de avaliar usando dados de campo ou dados experimentais sozinhos. Em particular, vemos dados neurais como um recurso valioso quando se estuda as dimensões mais psicológicas do comportamento de investidor individual, precisamente porque estes podem derivar de variáveis que são apenas observáveis no neuralnível.

Os gráficos mostram que a atividade elétrica apresenta maior nível de ondas beta quando o retorno é positivo, consistente com Kahneman e Tversky (1979, 2000); (RAY; COLE, 1985).

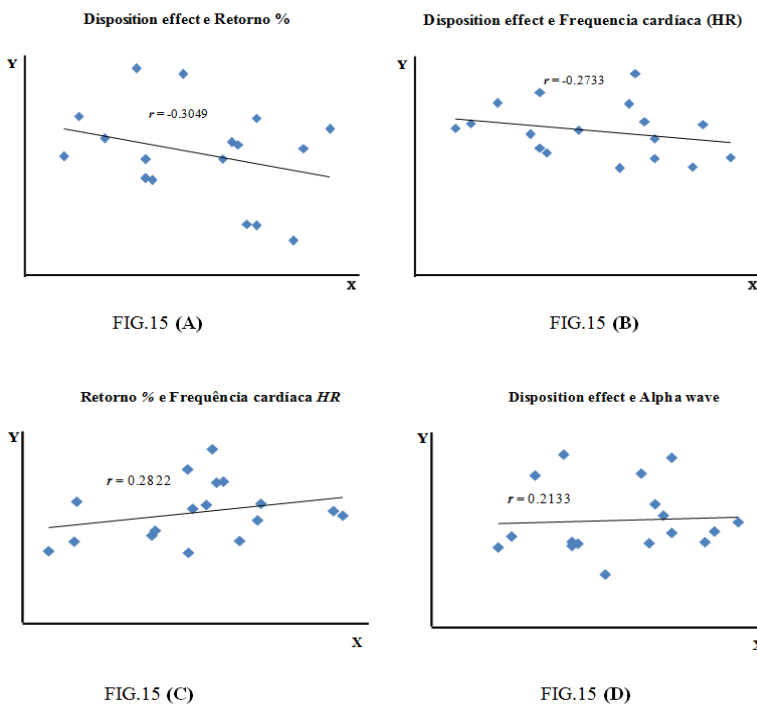
Nós também achamos que os investidores irracionais tendem a influenciar constante e sistematicamente as opções de escolhas e decisões de investimento financeiro reais, mesmo considerando que os preços das ações obedecem a flutuações livres de valores e seguem um caminho aleatório (*random walk*) – (HIRSHLEIFER; SUBRAHMANYAM; TITMAN, 2006). Um tema muito debatido na literatura sobre decisão e neurociência é se a aversão à perda é resultado de um único sistema ou múltiplos sistemas no cérebro que incluem outras estruturas, como a amígdala (YACUBIAN et al. 2006) ou a ínsula (KNUTSON, RICK, WIMMER, PRELEC e LOEWENSTEIN, 2007). O efeito disposição pode ser causado por ilusão cognitiva (aversão à perda), mas não se pode rejeitar a princípio o comportamento racional de reversão à média (*mean-reversion*).

Nesse contexto, a correlação entre as variáveis apresenta o grau de associação entre elas, fator que pode alertar contra algum

possível problema nos estimadores das regressões. Pode-se observar que a correlação entre o efeito disposição (ED) e o retorno total (%) foi de -0,3049. Em termos quantitativos, as propriedades matemáticas consideradas para medir a intensidade de associação, a direção do relacionamento linear (se positiva ou negativa) e o grau de dependência estatística (grau de correlação) entre as variáveis aleatórias X e Y abordadas e mostradas nas figuras 17 e 18.

A figura 17 sumariza e apresenta, em termos gráficos (*scatter plot*) e a partir de uma abordagem metodológica robusta e consistente, os principais resultados empíricos e inferenciais alcançados em relação à associação bivariada linear das variáveis dependentes e independentes estudadas neste trabalho. Desse modo, para desenvolver o procedimento de avaliação, a mensuração (indicada e interpretada a partir da magnitude do coeficiente de correlação de Pearson) e a elaboração das análises estatísticas descritivas e inferências correlacionais, três diferentes gráficos diagnósticos foram construídos (Cf. Fig. 17):

FIGURA 17: Gráficos para correlações de *Pearson*.



Tal resultado se mostra coerente com os apresentados por Frydman, Camerer e Rangel (2013), em que o coeficiente de correlação encontrado sugere um efeito disposição positivo com valores acima do nível ótimo do efeito disposição, que é igual a -0.76 . Contudo, de acordo com a Teoria da Realização da Utilidade, somente quando o valor de $PGR - PPR$ é maior que -0.76 é que o indivíduo recebe uma explosão (*burst*) de utilidade no cérebro (ODEAN, 1998; BARBERIS; XIONG, 2012; FRYDMAN et al., 2014). O resultado da subtração entre PGR e PPR é denominado Coeficiente de Disposição (CD). Um CD positivo indica a presença do efeito disposição, pois o investidor realizou um percentual mais elevado de ganhos do que de perdas. Cabe ressaltar que a ocorrência do efeito disposição é associada às violações da TUE.

Consistente com a teoria do prospecto, encontramos fortes evidências neurobiológicas de uma reação assimétrica para positivos e negativos ganhos-surpresa. Encontramos também uma forte associação entre a magnitude da reação e de risco ajustado e retornos das ações do cérebro e de negociação anormal de ações em torno das apresentações de resultados para as nossas empresas da amostra. Esses resultados evidenciam a reação do cérebro a um ganho potencial como uma alternativa, indicando uma relação linear entre uma métrica biológica e o conteúdo de informação de rendimentos (BARTON, Jan; BERNS, Gregory S.; BROOKS, Andrew M. The Neuroscience behind the Stock Market's Reaction to Corporate Earnings News. The Accounting Review, v.89, n.6, p. 1945-1977, 2014).

De outro modo, deveria-se esperar que, para um aumento do desempenho final indicado pelo retorno total % observado, a onda alpha power deveria diminuir, apontando uma relação linear inversa. Os eletrodos destacados foram significativos durante a janela de tempo inteiro exibido ($p < 0.01$); os valores numéricos relativos aos coeficientes dos parâmetros θ que alcançam uma associação direta e linear com a variável neural selecionada como indicador da atividade eletrofisiológica (sinais elétricos) no cérebro humano, a faixa de frequência alpha wave ($f=8-12\text{Hz}$), sofreram uma transformação logarítmica exponencial de base e (logaritmo neperiano), que permitiu a sincronização da banda alpha numa escala unidimensional (COAN, 2003).

Os resultados encontrados em relação às variáveis neurofisiológicas se mostraram significativos ($Beta\ wave = p < 0.010$):

forte correlação negativa entre a atividade cortical frontal e a alpha power. A potência média alpha foi derivada de duas posições dos eletrodos F3/F4, utilizando-se a Transformação Rápida de Fourier (Fast Fourier Transform; Continuous Fourier Transform) (LAUFS et al., 2003).

4.4 SEGUNDO ENSAIO: análises conométricas/Bioestatísticas dos Resultados Agregados - Teste de Predição Neural em relação à Teoria Comportamental do Investidor e Análises Econométricas de Bioestatística (Test of Behavioral Prediction)

Nas últimas décadas, muito se tem discutido sobre os fatores subjetivos (emoções), de ordem psiconeurofisiológica e biológica, que podem determinar o surgimento dos vieses cognitivos e influenciar sistematicamente o comportamento do agente econômico no processo de tomada de decisão financeira. Contudo, pouca atenção e ênfase têm sido direcionadas para estudar e examinar as prováveis causas, fatores ou elementos que podem determinar seu surgimento. A pesquisa ou estudo do viés cognitivo do efeito disposição com foco na abordagem e investigação de fatores psiconeurofisiológicos representa um passo relevante nessa direção.

4.4.1 Análise bioestatística

Após evidenciar a presença do viés cognitivo, a segunda parte deste trabalho objetivou verificar a influência de características neuropsicofisiológicas no surgimento do efeito disposição, mais especificamente na propensão a vender um ativo. Assim, considerando o modelo logit aplicado, primeiramente dois testes relacionados ao viés cognitivo do efeito disposição, obtiveram-se os seguintes resultados:

Para estimar o modelo econométrico-logístico em painel, **Modelo de Regressão Múltipla Logística (logit)** para variáveis dependentes qualitativas, optou-se por utilizar o comando *xtlogit* e os subcomandos *RE* para efeitos aleatórios e *FE* para efeitos fixos, do programa estatístico Stata.

Baseamos a nossa metodologia em Grinblatt e Keloharju (2001) e Kaustia (2010). Usamos uma regressão logística, em que a variável

dependente (Y) é binária, assumindo 1 para um *sell* e 0 para a decisão de manter o ativo em cada período do experimento. As variáveis independentes são um conjunto de variáveis *dummy* que classificam o retorno de uma venda em vários intervalos de troca. O objetivo é identificar quais níveis de retorno podem apresentar maior poder de eficácia para explicar o comportamento de vendas dos investidores individuais.

O propósito desse modelo de regressão logística é identificar quais os intervalos de retornos, sejam estes positivos ou negativos, que melhor explicam o comportamento de venda dos ativos, ou seja, quando a variável dependente (Y) assume o valor de 1. Conforme a literatura do efeito disposição, os indivíduos deveriam apresentar maior propensão em vender os ativos que apresentam pequenos retornos positivos. Por outro lado, retornos negativos deveriam provocar um comportamento de retenção dos ativos em carteira por parte dos indivíduos.

Entretanto, quando trabalhamos com mais de uma variável regressora, é muito importante verificar se essas variáveis explicativas são correlacionadas. Dessa forma, se não há nenhum relacionamento entre elas, dizemos que são ortogonais. Verificar se a matriz de correlações das variáveis explicativas apresenta altas correlações. Se a correlação de duas variáveis for próxima de 1, indica problema.

Se a correlação de duas variáveis é maior de 0,9, é indicativo de correlação forte entre elas. Designamos de **Colinearidade** a existência de relação linear entre duas variáveis explicativas (matriz de correlação) e de **Multicolinearidade** a existência de relação linear entre uma variável explicativa e as demais. Podemos diagnosticar a multicolinearidade por meio do VIF (*Variance Inflation Factor*). Geralmente o VIF é indicativo de problemas de multicolinearidade se $VIF > 10$.

A Matriz de Correlação possui grande significado informativo para a Regressão Múltipla porque estabelece como os pares de variáveis dependentes (Y) e independentes (X_1, X_2, \dots, X_k) se correlacionam. Essa informação é utilizada na seleção das variáveis que deverão fazer parte da equação de regressão – ou seja, variáveis com correlação forte e positiva deverão ser incluídas no modelo proposto, enquanto que as variáveis na condição inversa deverão ser descartadas.

Tabela 14 – Matriz de correlação para as covariáveis do modelo. Correlações por Pearson (Triângulo Superior) e por Spearman (Triângulo Inferior)

	<i>CD</i>	<i>Retorno</i>	<i>HR</i>	<i>HRV</i>	<i>Freq. D. HE</i>	<i>Freq. D. HD</i>	<i>Theta HE</i>	<i>Theta HD</i>	<i>Alpha HE</i>	<i>Alpha HD</i>	<i>Beta HE</i>	<i>Beta HD</i>
<i>CD</i>		-0,3049	-0,2733	0,1655	-0,2618	0,0305	0,2212	0,2622	0,2133	0,0530	-0,0286	0,1031
<i>Retorno</i>	-0,2540		0,2822	-0,2542	0,3332	-0,1176	-0,1893	-0,0514	-0,1703	0,2627	0,1137	-0,1517
<i>HR</i>	-0,3362	0,2843		0,0542	0,0491	-0,1964	-0,3329	-0,2405	-0,3231	0,0073	0,3818	0,2665
<i>HRV</i>	0,1742	-0,0858	-0,0392		0,2714	0,2956	-0,0209	0,0662	-0,0203	0,2443	-0,2432	-0,2183
<i>Freq. D. HE</i>	-0,0785	0,0343	-0,1348	0,4877**		0,5162**	-0,1407	-0,0852	-0,1404	0,6298***	-0,1688	-0,2450
<i>Freq. D. HD</i>	0,1804	0,0000	-0,6324*	0,3309	0,5294**		0,2384	0,0993	0,2050	0,2954	-0,2815	-0,0313
<i>Theta HE</i>	0,3190	0,0441	-0,1887	-0,2034	-0,1569	0,1838		0,7457***	0,9986***	0,1506	-0,6621***	-0,4992***
<i>Theta HD</i>	0,2135	-0,1838	-0,3382	0,0515	0,0637	0,3015	0,0662		0,7618***	0,5765***	-0,2610	-0,2392
<i>Alpha HE</i>	0,3828	0,0515	-0,2574	-0,1446	-0,1863	0,1250	0,6912***	0,4632*		0,1669	-0,6533***	-0,5143***
<i>Alpha HD</i>	0,2172	0,2745	0,0270	0,2353	0,4706**	0,2868	-0,2304	0,4510*	-0,0466		-0,0164	-0,1490
<i>Beta HE</i>	-0,1153	0,1471	0,3358	-0,1740	-0,3873	-0,4289*	-0,4804**	0,0172	-0,1765	0,0882		0,7914***
<i>Beta HD</i>	0,1202	-0,0809	0,2843	-0,1471	-0,5907***	-0,4314*	-0,2819	-0,0245	-0,0270	-0,0907	0,7696***	

Nota: todas as regressões levaram em conta a heteroscedasticidade da matriz de variância-covariância pela correção de White. Analisando a Tabela 14 observamos que os valores encontrados são todos inferiores a 0,9. Dessa forma, não eliminamos nenhuma covariável do modelo. Após a avaliação da colinearidade e multicolinearidade entre as covariáveis abordadas, realizou-se um diagnóstico em relação aos valores extremos *outlier* buscando detectar se alguma observação é ponto *outlier* e ponto influente. **significativo a 10%** ****significativo a 5%** *****significativo a 1%**

Isso significa que a hipótese com maior verossimilhança terá menor log-verossimilhança negativa. Fornece uma medida do grau de aderência do modelo. É um indicador de quanta informação não explicada ainda existe após o modelo ter sido ajustado. Valores altos da estatística log-verossimilhança indicam uma aderência pobre do modelo, porque quanto maior for esse valor mais observações não explicadas existirão.

No entanto, os testes do efeito disposição não possuem constantemente outros fatores que influenciam a venda de decisões que podem ser correlacionadas com o lucro (BEN-DAVID; HIRSHLEIFER, 2012). A premissa basilar do viés do efeito disposição é que os investidores são relutantes em realizar suas perdas, pois sabem que aspectos psicológicos interfeririam no processo de escolha e os induziriam a exibir o *efeito disposição* porque eles tentam evitar sentir a dor psíquica emocional de arrependimento – “regret” (KAUSTIA, 2010a; HENS; VLCEK, 2011). Outra explicação possível é oferecida pelo recente campo de estudos das Neurofinanças (SAHI, 2012; BECHARA; DAMÁSIO, 2005; CAMERER; LOEWENSTEIN; PRELEC, 2005; SHIV et al., 2005; CAMERER, 2008^a; TSENG, 2006; PETERSON, 2007; VASILE; SEBASTIAN, 2007; SAPRA; ZAK, 2008; FRYDMAN et al., 2014), em que os investidores demonstram preferência por realizar lucros rapidamente por perceberem ganhos e perdas de mesma proporção assimetricamente e receberem fortes explosões “burst” de utilidade no cérebro – *realization utility* (BARBERIS; XIONG, 2012).

A atividade neural que usamos nos testes empíricos é medida no momento em que os participantes recebem informações sobre decisão de investimento de um par (FRYDMAN et al., 2014).

Com a finalidade de emprestar maior grau de robustez aos tratamentos estatísticos e modelos de regressão econométricos e análises/inferências empíricas, maior adequação, consistência, acuracidade e precisão às informações sobre neurofeedback, e ainda máximo rigor científico possível aos modelos econométricos lineares generalizados estruturados (Cfe. Eq.19; 20; e 21), bem como em relação ao desenvolvimento e elaboração das análises inferenciais e proposicionais empíricas, estruturadas a partir dos dados quantitativos das variáveis neurais abordadas nas TAB. 13 e 14, optou-se por adotar o modelo estatístico de eficiência ajustada (Adjustment Efficiency Model – *AE score*) apresentado em Yuan et al. (2008). Matematicamente,

$$\begin{aligned}
 AE &= \frac{e(t-1) - e(t)}{e(t-1)} \\
 &= \frac{\Delta e}{e(t-1)}
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

em que:

AE = é a amplificação da eficiência ajustada para o modelo;
 e = representa o erro absoluto no período $(t) / (t - 1)$;

Assim como na inferência em um modelo de regressão logística simples, podemos testar a significância dos parâmetros pelo teste de Wald, score e Razão de Verossimilhança (TRV). No caso da regressão múltipla, temos o interesse em saber se pelo menos uma variável é significativa para o modelo. Para isso, precisamos do log da verossimilhança dos modelos com e sem as variáveis em consideração. Sob a hipótese nula, os p coeficientes são iguais a zero, rejeitamos a hipótese nula. Assim, pelo TRV, pelo menos uma variável testada é significativa para o modelo.

Para testar a significância dos parâmetros utilizando os testes de razão de verossimilhança e Teste de WALD = se não rejeitarmos H_0 ($\beta = 0$) temos que a variável X_j não explica a variável resposta – WALD. Avaliando o p -valor para os β_j , $j = 0, 1, 2, 3, 4, 5$, rejeita-se H_0 ao nível de significância $\alpha = 0,05$ e conclui-se que os parâmetros são significativos no modelo.

Para as tabelas 15 e 16, um princípio a ser levado em consideração é o "princípio da parcimônia": modelos mais simples devem ser escolhidos aos mais complexos, desde que a qualidade do ajuste seja similar. O modelo proposto utiliza a matriz de covariância robusta de Huber/White, *heteroscedasticity-consistent, standard errors*. Erro padrão agrupado (*clustered*) em nível individual (*per subject*).

As probabilidades foram calculadas com base nas *odds-ratios*. Nota: o modelo proposto utiliza a matriz de covariância robusta

de Huber/White. A significância estatística dos coeficientes positivos pode ser interpretada como uma propensão a vender em função do ganho realizado. A significância dos coeficientes negativos, por sua vez, indica uma propensão a reter os ativos em carteira.

O teste *t* e *chi2* do intercepto *a* significa que este se encontra num nível bem diferente de 0, o que lhe confere significância na equação de regressão, ou seja, numa previsão com os dados históricos apresentados, *a* não deve ser desprezado. Teste *chi2* = 0.00028, isso significa que num intervalo de confiança de 99% (intervalo construído com base no desvio-padrão do modelo de regressão que sugere um maior nível de confiança no modelo de regressão) a equação de regressão tem todas as variáveis negativamente correlacionadas entre si e com a Variável Dependente e diferente de 0, o que torna o redimensionamento da regressão necessário.

O segundo teste determina a significância (correlação) dos coeficientes da equação de regressão (*a*, *b1*, *b2*,..., *bk*) individualmente. O questionamento essencial desse teste é se o valor atribuído a cada coeficiente é significativamente diferente de 0 ou se tal valor ocorreu simplesmente ao acaso.

Esse teste consiste em calcular a variância de cada coeficiente da regressão e, através de sua raiz quadrada, estabelecer o erro-padrão, o que determina se o valor de cada coeficiente é significativamente diferente de 0.

A significância estatística dos coeficientes positivos pode ser interpretada como uma propensão a vender em função do ganho realizado. A significância dos coeficientes negativos, por sua vez, indica uma propensão a reter os ativos em carteira. Akaike Criterion – o menor escore indica o melhor ajuste aos dados. Análise de Variância (ANOVA) – Teste F = Em problemas de regressão linear múltipla, certos testes de hipóteses sobre os parâmetros do modelo são úteis para verificar a "adequabilidade" do modelo, pelo fato de comparar a quantidade de variância sistemática nos dados com a quantidade de variância não sistemática. O valor de F é a razão entre o modelo e seu erro. Para um modelo de regressão, por exemplo, quanto maior o F, melhor, pois significa que os quadrados médios do modelo são maiores que os quadrados médios residuais. Quanto maior o F, mais significativo

o valor de p para a ANOVA. [*** variáveis intervalos de retorno; se = 1 estava dentro do intervalo; se =0 fora do intervalo]

Um uso da medida log-pseudolikelihood = pseudoverossimilhança é como uma aproximação para a inferência sobre a cadeia de Markov, como a pseudo-verossimilhança de uma atribuição de X_i pode muitas vezes ser calculada de forma mais eficiente do que a probabilidade, particularmente quando o último pode exigir exclusão por um grande número de variáveis. Uso da pseudoverossimilhança em lugar da função probabilidade verdadeira numa máxima probabilidade análise pode conduzir a boas estimativas, mas uma simples aplicação das técnicas de análise de probabilidade habituais para derivar informações sobre a incerteza de estimativa, ou para testar a importância, seria, em geral, incorreta. O erro-padrão é dado por: $\frac{S}{\sqrt{n}}$, em que S é o desvio-padrão da amostra e n é o tamanho da amostra.

Uma observação importante da análise de regressão múltipla é que a existência de correlação entre uma variável independente e um conjunto de variáveis independentes não significa uma relação de causalidade, mas apenas uma relação estatística. As correlações e coeficientes de Pearson e Sperman foram utilizados com a finalidade principal de verificar de autocorrelação entre as variáveis independentes. São analisados os resíduos (erros) da equação de regressão (GUJARATI; PORTER, 2011; HAIR JUNIOR et al., 2005).

O modelo de regressão logística é adequado para trabalhar com dados qualitativos. Serve para as situações nas quais a variável dependente (Y) é binária (assume os valores de 0 e 1) e o valor que se busca é a probabilidade (π) de que a variável binária seja 1 dada determinada variável x (CHATTERJEE; HADI, 2006). O modelo logit é linear nos parâmetros, os quais são estimados por máxima verossimilhança. Após a estimação obtêm-se as probabilidades para cada valor de xp.

Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odds-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Cabe ressaltar que em todas as linhas da série de dados utilizada para a regressão, a soma das variáveis

binárias de todos os intervalos é sempre igual a 1, uma vez que os ganhos ou perdas realizados ou não realizados sempre apresentam algum retorno possível de ser classificado em algum dos intervalos. Para resolver esse problema, que provocaria resultados incorretos na interpretação dos coeficientes da regressão, a variável independente representante das operações de retornos iguais a 0% foi retirada do conjunto de variáveis independentes e foi incluída uma constante ao modelo. A inclusão da constante faz com que a variável excluída seja considerada como referência para a interpretação dos coeficientes.

Para analisar a influência das variáveis de controle sobre o efeito disposição, são feitas regressões múltiplas (WOOLDRIDGE, 2009; 2010) nas quais a variável dependente é o Coeficiente de Disposição (CD). As regressões foram estimadas para as observações que compõem a amostra durante todo o período de simulação computacional, utilizando dados em painel. Cada modelo foi estimado para 164 observações.

Nos modelos apresentados nas tabelas 15 e 16, a variável $Pr(Y = 1 | X = x)$ mostra a propensão individual de vender ($Y = 1$) um ativo s qualquer, em que é considerado um determinado intervalo de retorno para ganhos ou perdas de capital ($X = \dots -10\%$ a -5% , -5% e 0% , 0% a 5% , 5% e 10% ...). O retorno foi classificado em intervalos de 5%.

No modelo aqui proposto a variável dependente (Y) é binária, na qual se o indivíduo não vender determinado ativo em certo período, então $Y = 0$. Por outro lado, se o indivíduo vender o ativo, então $Y = 1$. A retenção de um ativo em carteira ($Y = 0$) resultará em um(a) ganho(perda) não realizado(a) (GNR ou PPR), enquanto a venda de um ativo ($Y = 1$) resultará em um(a) ganho(perda) realizado(a). Tanto os ganhos ou perdas realizados quanto os não realizados são enquadrados em intervalos de retornos percentuais.

Os intervalos são determinados a cada 10% e devem abranger toda a amostra. As vendas realizadas com o preço de venda igual ao preço de compra, isto é, com retorno de 0%, não foram consideradas nas análises, pois o efeito disposição diz respeito ao comportamento dos investidores diante de ganhos ou perdas, sendo impossível classificar retornos iguais a 0%.

Esses intervalos de retornos, após classificados a cada 10%, serão representados em diversas variáveis independentes (x_p) binárias, as quais assumem o valor de $x_p = 1$ se uma venda foi realizada em determinado período para o intervalo p e $x_p = 0$ se não ocorreu venda naquele intervalo em certo período. A tabela também apresenta as proporções de ganhos e perdas realizadas (PGR e PPR) para todos os intervalos. Além disso, os intervalos de retornos negativos foram comparados com os respectivos intervalos positivos, tendo sido realizado um teste z de diferença de proporções.

O propósito desse modelo de regressão logística está em identificar quais são os intervalos de retornos, sejam estes positivos ou negativos, que melhor explicam o comportamento de venda dos ativos, ou seja, quando a variável dependente (Y) assume o valor de 1. Conforme a literatura do efeito disposição, os indivíduos deveriam apresentar maior propensão a vender os ativos que apresentam pequenos retornos positivos. Por outro lado, retornos negativos deveriam provocar um comportamento de retenção dos ativos em carteira por parte dos indivíduos.

Cfe. Tabela 15 = esses dados mostrariam o ED; modelo (1) = deu significativo estatística 1/3/4; o **intervalo** de -5 a 0 não deu significância estatística, esse intervalo de retorno não interferiu na venda do investidor, já o intervalo de -10 a -5 interferiu de forma negativa na propensão da pessoa a vender por causa do coeficiente negativo = maior propensão a reter o ativo em carteira; no caso do retorno negativo pequeno foi indiferente vender ou não vender; e sobre os retornos positivos menores $[0,5]$ a propensão a vender foi maior porque apresentou maior significância estatística; e sobre os retornos no intervalo de $[5,10]$ a propensão a vender foi minimizada.

Para obter as estimativas para vetor $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$ dos parâmetros do modelo e a matriz de covariâncias, será utilizado o método de máxima verossimilhança, da seguinte forma:

O teste para significância da regressão é um teste para determinar se há uma relação linear entre a variável resposta Y e algumas das variáveis regressoras x_1, x_2, \dots, x_p .

Consideremos as hipóteses:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0 \\ H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ para qualquer } j = 1, \dots, p \end{array} \right.$$

Se rejeitamos H_0 , ao menos uma variável explicativa x_1, x_2, \dots, x_p contribui significativamente para o modelo. Se H_0 ($\beta_j = 0$) não é rejeitada, então podemos retirar x_j do modelo, já que essa variável não influencia a resposta de forma significativa.

Portanto, rejeitamos a hipótese nula em favor da proposição alternativa:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 \text{ se } F_0 > F_{(1-\alpha; p; n-p-1)} \\ H_0 \text{ se } p\text{-valor} = P[F_{p; n-p-1} > F_0] < \alpha, \text{ em que } \alpha \text{ é o nível} \\ \text{de significância considerado. Geralmente} \\ \text{adotamos } \alpha = 5\%. \end{array} \right.$$

Desse modo, portanto, a seguir são apresentadas as **tabelas 15 e 16**, as quais querem referir-se apenas e tão somente, aos dados neurais e psicofisiológicos dos sujeitos i , categorizados neste estudo como: **investidores individuais “inexperientes”**, ou também **potenciais investidores individuais “inexperts”** para dois intervalos de retorno financeiro percentual por tabela, quais sejam: **-10 |---| -5 / +5 |---| +10 ; e, --5 |---| 0 / 0 |---| +5**; em que se busca demonstrar os resultados alcançados, enquanto desempenho decisório financeiro final dos experimentos realizados, estimados a partir da aplicação dos Modelos Econométricos de Regressão Logística: *nonlinear* Generalized Model

(*logit*) estruturados à capacidade preditiva de modelos teóricos do comportamento humano e testar teorias econômicas de Coeficientes de Estimativas de variáveis binárias (*dummies*) com Dados em Painel Desbalanceados.

Φ INVESTIDORES INDIVIDUAIS INEXPERIENTES

Tabela 15. Modelo de Regressão Logística :↔ *nonlinear* Generalized Model (*logit*) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

Parâmetros de Escala GLM sobre $n = 115$ observações a partir de $i = 12$ sujeitos e $t =$ variável contínua.

Propriedades Logarítmicas foram utilizadas como um *offset*.

Variável	Coeficiente _ Coef	Erro-padrão da Estimativa [S _e]	estatística Z	pr(Y =1|x=0)	Estatística Wald chi ²	p-valor	Estatística Chi-squared (Prob> chi2)
Intervalos de Retorno | β_0				0.6709	19.12		
[-10, -5]	-2.4112	0.6411	-3.76	0.1559		0.000***	Prob> chi2 = 0.007***
[5, 10]	0.0750	0.5317	0.14	0.6919		0.888	
R-R interval	-1.6268	3.4361	-0.47			0.636	
RMSSD (função exponencial)	41.0163	27.1656	1.51			0.131	
SDNN (função exponencial)	-50.6428	26.7098	-1.90			0.05**	
Beta wave (função logarítmica)	-1.8242	0.8926	-2.04			0.041**	
Alfa wave (função logarítmica)	-1.7466	2.1136	-0.83			0.409	
constante	20.2254	184770	1.09			0.274	

de obs. Com Y = 0 : # Número de regressão logística total de obs. : 115

de obs. Com Y = 1 : Hausman test =

Log-likelihood = -65.2930 ≡ a robustez/potência do teste estatístico $(1 - \beta)$ pode ser derivada da derivada da função likelihood

NOTA: A tabela apresenta o valor do coeficiente e entre parênteses o erro-padrão robusto. Na amostra estimativa usou-se o procedimento desenvolvido por Hansen (2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99% para a localização do limiar com base em uma razão de probabilidade que segue uma distribuição não padronizada. Eq. # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1\text{alpha}_i + \beta_2\text{beta}_i + \beta_3\text{theta}_i + \beta_4\text{inter.RR}_i + \beta_5\text{Rf}(\%)_i + \beta_6\text{RMSSD}_i + \beta_7\text{SDNN}_i + \beta_8\text{profissional}_i + \varepsilon_i$. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odd-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre as probabilidades de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Isto é, quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y. Schwarz Bayesian Criterion apresenta um critério robusto para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos econométricos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \chi^2 + k \cdot \ln(\eta) + C(\text{const})$. **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes e não estabelecer qual delas é maior ou menor. **Nota:** Ao usar modelos FE assumimos que algo dentro do indivíduo pode afetar ou influenciar as variáveis de previsão ou de resultado e precisa-se controlar para isso. Essa é a lógica por trás da hipótese da correlação entre variáveis prazo e erro de previsão de variáveis. FE remove o efeito dessas características invariantes no tempo, para que possamos avaliar o efeito líquido dos preditores na variável de desfecho. Outro pressuposto importante do modelo FE é que essas características invariantes no tempo são únicas para o indivíduo e não deve ser correlacionadas com outras características individuais. Cada indivíduo é diferente, portanto o termo de erro e o da constante (que capta características individuais) não devem ser correlacionados com os outros. Se os termos de erro são correlacionados, então FE não é adequado, uma vez que inferências podem não estar corretas e que você precisa para modelar esse relacionamento (provavelmente usando de efeitos aleatórios), e essa é a principal razão para o teste de Hausman (Software Estatístico **STATA**). **Nota: os retornos foram separados para evitar problemas de colinearidade entre as variáveis e a constante de coeficientes a serem testados;** os dados resultantes das variáveis explicativas sofreram transformação para logaritmos naturais. Para resolver o problema da discrepância provocada no segundo quartil, a transformação da série em logaritmo e a remoção da tendência parecem ter sido eficazes na suavização da série, visto que os valores de média e desvio-padrão das variáveis sofreram transformação logarítmica. Os intervalos de retorno β_0 são expressos

em percentual (%) e implica no resultado obtido a partir do logaritmo natural da divisão entre a cotação de fechamento na data t pela cotação de fechamento na data $t-1$ (CHATTERJEE; HADI, 2006).

Do mesmo modo, então, abaixo é apresentada a **tabela 16**, a qual se refere apenas e tão somente aos dados neurais e psicofisiológicos dos sujeitos i , categorizados neste estudo como **investidores individuais “profissionais”**, ou também **investidores individuais “experts”** para dois intervalos de retorno financeiro percentual por tabela, quais sejam: **-10 |---| -5 / +5 |---| +10 ; e, --5 |---| 0 / 0 |---| +5**; em que se busca demonstrar os resultados alcançados, enquanto desempenho decisório financeiro final dos experimentos realizados, estimados a partir da aplicação dos Modelos Econométricos de Regressão Logística: *nonlinear* Generalized Model (*logit*) estruturados à capacidade preditiva de modelos teóricos do comportamento humano e testar teorias econômicas de Coeficientes de Estimativas de variáveis binárias (*dummies*) com Dados em Painel Desbalanceados. **Nota:** A regressão múltipla utiliza a correção de White (1980): *heteroscedasticity-consistent standard errors* (Hansen, 2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99%; Equação: # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1 \alpha_i + \beta_2 \beta_i + \beta_3 \theta_i + \beta_4 \text{inter. RR}_i + \beta_5 \text{Rf}(\%)_i + \beta_6 \text{RMSSD}_i + \beta_7 \text{SDNN}_i + \beta_8 \text{profissional}_i + \varepsilon_i$; em que, Sell_t representa a variável resposta categórica, binária, e os termos x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) associam-se às variáveis explicativas; o coeficiente β_0 representa o valor da variável Sell_t quando as variáveis explicativas são nulas; as expressões β_i são indicadores de coeficientes de regressão e o resíduo (ε) é o erro de previsão, ou seja, a diferença entre os valores reais e os previstos da variável resposta, que é assumido normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 (HAIR JR. et al., 2005). As estimativas de máxima verossimilhança considerada para os parâmetros (*random-intercept*) para o modelo de regressão logística e seus erros-padrão são uma variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital; erro robusto da regressão calculado [$e_i = y_i - f(x_i; \hat{\beta})$] pelo procedimento de White (teste de *heterocedasticidade*). A variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odd-*

ratios. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y. Schwarz Bayesian Criterion é um critério para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \chi^2 + k \cdot \ln(\eta) + C$ (*const*). **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes, e não estabelecer qual delas é maior ou menor.

p*-valor < 0.10. *p*-valor < 0.05. ****p*-valor < 0.01

Φ INVESTIDORES INDIVIDUAIS INEXPERIENTES

Tabela 16. Modelo de Regressão Logística : \Leftrightarrow *nonlinear* Generalized Model (*logit*) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

Parâmetros de Escala GLM sobre $n = 115$ observações a partir de $i = 12$ sujeitos e $t =$ variável contínua.

Propriedades Logarítmicas foram utilizadas como um *offset*.

Variável	Coeficiente _ Coef	Erro-padrão da Estimativa [S _e]	estatística Z	pr(Y =1|x=0)	Estatística Wald chi ²	<i>p</i> -valor	Estatística Chi- squared (Prob> chi2)
Intervalos de Retorno | β_0				0.6448	13.21		

]-5, 0]	0.5653	0.4700	1.20	0.5589	0.229	Prob> chi2 = 0.06*
]0, 5[	1.6468	0.5599	2.94	0.7879	0.003**	
R-R interval	-1.4182	3.3063	-0.43		0.668	
RMSSD (função exponencial)	35.7540	25.9121	1.38		0.168	
SDNN (função exponencial)	-49.9596	25.5601	1.95		0.05**	
Beta wave (função logarítmica)	-1.1310	0.8186	-1.38		0.167	
Alfa wave (função logarítmica)	-2.0393	2.0288	-1.01		0.315	
constante	23.2160	17.9735	1.29		0.196	

de obs. Com Y = 0 : # Número de regressão logística total de obs. : 115

de obs. Com Y = 1 : Hausman test =

Log-likelihood = - 70.3263 \equiv a robustez/potência do teste estatístico $(1 - \beta)$ pode ser derivada da derivado da função ikelihood

NOTA: A tabela apresenta o valor do coeficiente e entre parênteses o erro-padrão robusto. Na amostra estimativa usou-se o procedimento desenvolvido por Hansen (2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99% para a localização do limiar com base em uma razão de probabilidade que segue uma distribuição

não padronizada. Eq. # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{alpha}_i + \beta_2 \text{beta}_i + \beta_3 \text{theta}_i + \beta_4 \text{inter.RR}_i + \beta_5 \text{Rf}(\%)_i + \beta_6 \text{RMSSD}_i + \beta_7 \text{SDNN}_i + \beta_8 \text{profissional}_i + \varepsilon_i$. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odd-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre as probabilidades de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Isto é, quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y. Schwarz Bayesian Criterion apresenta um critério robusto para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos econométricos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \chi^2 + k \cdot \ln(\eta) + C(\text{const})$. **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes e não estabelecer qual delas é maior ou menor. **Nota:** Ao usar modelos FE assumimos que algo dentro do indivíduo pode afetar ou influenciar as variáveis de previsão ou de resultado e precisa-se controlar para isso. Essa é a lógica por trás da hipótese da correlação entre variáveis prazo e erro de previsão de variáveis. FE remove o efeito dessas características invariantes no tempo, para que possamos avaliar o efeito líquido dos preditores na variável de desfecho. Outro pressuposto importante do modelo FE é que essas características invariantes no tempo são únicas para o indivíduo e não deve ser correlacionadas com outras características individuais. Cada indivíduo é diferente, portanto o termo de erro e o da constante (que capta características individuais) não devem ser correlacionados com os outros. Se os termos de erro são correlacionados, então FE não é adequado, uma vez que inferências podem não estar corretas e que você precisa para modelar esse relacionamento (provavelmente usando de efeitos aleatórios), e essa é a principal razão para o teste de Hausman. (Software Estatístico STATA). **Nota: os retornos foram separados para evitar problemas de colinearidade entre as variáveis e a constante de coeficientes a serem testados;** os dados resultantes das variáveis explicativas sofreram transformação para logaritmos naturais. Para resolver o problema da discrepância provocada no segundo quartil, a transformação da série em logaritmo e a remoção da tendência parecem ter sido eficazes na suavização da série, visto que os valores de média e desvio-padrão das variáveis sofreram transformação logarítmica. Os intervalos de retorno β_0 são expressos em percentual (%) e implica no resultado obtido a partir do logaritmo natural da divisão entre a cotação de fechamento na data t pela cotação de fechamento na data $t-1$ (CHATTERJEE; HADI, 2006).

Do mesmo modo, então, abaixo é apresentada a **tabela 17**, a qual se refere apenas e tão somente aos dados neurais e psicofisiológicos dos sujeitos i , categorizados neste estudo como **investidores individuais “profissionais”**, ou também **investidores individuais “experts”** para dois intervalos de retorno financeiro percentual por tabela, quais sejam: **-10 |---| -5 / +5 |---| +10 ; e, --5 |---| 0 / 0 |---| +5**; em que se busca demonstrar os resultados alcançados, enquanto desempenho decisório financeiro final dos experimentos realizados, estimados a partir da aplicação dos Modelos Econométricos de Regressão Logística: *nonlinear* Generalized Model (*logit*) estruturados à capacidade preditiva de modelos teóricos do comportamento humano e testar teorias econômicas de Coeficientes de Estimativas de variáveis binárias (*dummies*) com Dados em Painel Desbalanceados. **Nota:** A regressão múltipla utiliza a correção de White (1980): *heteroscedasticity-consistent standard errors* (Hansen, 2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99%; Equação: # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1 \alpha_i + \beta_2 \beta_i + \beta_3 \theta_i + \beta_4 \text{inter. RR}_i + \beta_5 \text{Rf}(\%)_i + \beta_6 \text{RMSSD}_i + \beta_7 \text{SDNN}_i + \beta_8 \text{profissional}_i + \varepsilon_i$; em que, Sell_t representa a variável resposta categórica, binária, e os termos x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) associam-se às variáveis explicativas; o coeficiente β_0 representa o valor da variável Sell_t quando as variáveis explicativas são nulas; as expressões β_i são indicadores de coeficientes de regressão e o resíduo (ε) é o erro de previsão, ou seja, a diferença entre os valores reais e os previstos da variável resposta, que é assumido normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 (HAIR JR. et al., 2005). As estimativas de máxima verossimilhança considerada para os parâmetros (*random-intercept*) para o modelo de regressão logística e seus erros-padrão são uma variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital; erro robusto da regressão calculado [$e_i = y_i - f(x_i; \hat{\beta})$] pelo procedimento de White (teste de *heterocedasticidade*). A variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odds-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável

independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y. Schwarz Bayesian Criterion é um critério para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \chi^2 + k \cdot \ln(\eta) + C$ (*const*). **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes, e não estabelecer qual delas é maior ou menor.

****p*-valor < 0.10. ***p*-valor < 0.05. ****p*-valor < 0.01**

Os intervalos de ganhos e perdas realizados ou não realizados considerados nesta pesquisa podem ser equiparados com os mesmos intervalos de Kaustia (2010) e Grinblatt e Keloharju (2001), uma vez que para esses autores os ganhos e perdas possíveis ou realizados foram considerados em valores diários.

À luz das Neurofinanças, isso mostra que retornos negativos expressivos influenciam significativamente a retenção dos ativos em carteira, e esses resultados vão ao encontro do trabalho de Statman, Thorley e Vorkink (2006). Desse modo, os testes realizados mostram pela primeira vez como neurais dados gerados na ausência de escolha podem ser usados para testar teorias concorrentes de tomada de decisão financeira (*princípio da parcimônia*). Um trabalho recente examinou como os dados recolhidos neurais na ausência de escolha podem ajudar a prever escolha em outras configurações, como as decisões de compra dos consumidores (SMITH et al., 2014; FRYDMAN et al., 2014).

Φ INVESTIDORES INDIVIDUAIS PROFISSIONAIS

Tabela 17. Modelo de Regressão Logística : \Leftrightarrow *nonlinear* Generalized Model (*logit*) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

Parâmetros de Escala GLM sobre $n = 49$ observações a partir de $i = 5$ sujeitos e $t =$ variável contínua.

Propriedades Logarítmicas foram utilizadas como um *offset*.

Variável	Coeficiente _ Coef	Erro-padrão da Estimativa [S _e]	estatística Z	pr(Y =1|x=0)	Estatística Wald chi ²	p- valor	Estatística Chi- squared (Prob> chi2)
Intervalos de Retorno | β_0				0.6938	8.12		
[-10, -5]	-0.3762	0.8720	-0.43	0.5113		0.666	Prob> chi2 = 0.3224
[5, 10]	-0.0548	0.8654	-0.06	0.5824		0.949	
R-R interval	-7.4743	36.6610	-0.20			0.838	
RMSSD (função exponencial)	242.1883	330.5309	0.73			0.464	

SDNN (função exponencial)	-46.5183	48.3087	-0.96	0.336
Beta wave (função logarítmica)	1.1522	1.8201	0.63	0.527
Alfa wave (função logarítmica)	0.5671	3.4883	0.16	0.871
constante	-196.4636	270.7568	-0.73	0.468

de obs. Com Y = 0 : # Número de regressão logística total de obs. : 49

de obs. Com Y = 1 : Hausman test =

Log-likelihood = -28.3099 \equiv a robustez/potência do teste estatístico $(1 - \beta)$ pode ser derivado da derivado da função likelihood

NOTA: A tabela apresenta o valor do coeficiente e entre parênteses o erro-padrão robusto. Na amostra estimativa usou-se o procedimento desenvolvido por Hansen (2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99% para a localização do limiar com base em uma razão de probabilidade que segue uma distribuição não padronizada. Eq. # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1\text{alpha}_i + \beta_2\text{beta}_i + \beta_3\text{theta}_i + \beta_4\text{inter.RR}_i + \beta_5\text{Rf}(\%)_i + \beta_6\text{RMSSD}_i + \beta_7\text{SDNN}_i + \beta_8\text{profissional}_i + \varepsilon_i$. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odd-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y. Schwarz Bayesian Criterion é um critério para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \times^2 + k \cdot \ln(\eta) + C(\text{const})$. **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes e não estabelecer qual delas é maior ou menor. **Nota:** Ao usar FE assumimos que algo dentro do indivíduo pode afetar ou influenciar as

variáveis de previsão ou de resultado e precisa-se controlar para isso. Essa é a lógica por trás da hipótese da correlação entre variáveis prazo e erro de previsão de variáveis. FE remove o efeito dessas características invariantes no tempo, para que possamos avaliar o efeito líquido dos preditores na variável de desfecho. Outro pressuposto importante do modelo FE é que essas características invariantes no tempo são únicas para o indivíduo e não deve ser correlacionadas com outras características individuais. Cada indivíduo é diferente, portanto o termo de erro e o da constante (que capta características individuais) não devem ser correlacionados com os outros. Se os termos de erro são correlacionados, então FE não é adequado, uma vez que inferências podem não estar corretas e que você precisa para modelar esse relacionamento (provavelmente usando de efeitos aleatórios), e essa é a principal razão para o teste de Hausman (apresentado mais adiante neste documento). (Software Estatístico **STATA**). **Nota: os retornos foram separados para evitar problemas de colinearidade entre as variáveis** e a constante de coeficientes a serem testados; os dados resultantes das variáveis explicativas sofreram transformação para logaritmos naturais. Para resolver o problema da discrepância provocada no segundo quartil, a transformação da série em logaritmo e a remoção da tendência parecem ter sido eficazes na suavização da série, visto que os valores de média e desvio-padrão das variáveis sofreram transformação logarítmica. Os intervalos de retorno β_0 são expressos em percentual (%) e implica no resultado obtido a partir do logaritmo natural da divisão entre a cotação de fechamento na data t pela cotação de fechamento na data $t-1$ (CHATTERJEE; HADI, 2006).

Do mesmo modo, então, abaixo é apresentada a **tabela 18**, a qual se refere apenas e tão somente aos dados neurais e psicofisiológicos dos sujeitos i , categorizados neste estudo como **investidores individuais “profissionais”**, ou também **investidores individuais “experts”** para dois intervalos de retorno financeiro percentual por tabela, quais sejam: **-10 |---| -5 / +5 |---| +10 ; e, --5 |---| 0 / 0 |---| +5**; em que se busca demonstrar os resultados alcançados, enquanto desempenho decisório financeiro final dos experimentos realizados, estimados a partir da aplicação dos Modelos Econométricos de Regressão Logística: *nonlinear* Generalized Model (*logit*) estruturados à capacidade

preditiva de modelos teóricos do comportamento humano e testar teorias econômicas de Coeficientes de Estimativas de variáveis binárias (*dummies*) com Dados em Painel Desbalanceados. **Nota:** A regressão múltipla utiliza a correção de White (1980): *heteroscedasticity-consistent standard errors* (Hansen, 2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99%; Equação: # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1 \alpha_i + \beta_2 \beta_i + \beta_3 \theta_i + \beta_4 \text{inter. RR}_i + \beta_5 \text{Rf}(\%)_i + \beta_6 \text{RMSSD}_i + \beta_7 \text{SDNN}_i + \beta_8 \text{profissional}_i + \varepsilon_i$; em que, Sell_t representa a variável resposta categórica, binária, e os termos x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) associam-se às variáveis explicativas; o coeficiente β_0 representa o valor da variável Sell_t quando as variáveis explicativas são nulas; as expressões β_i são indicadores de coeficientes de regressão e o resíduo (ε) é o erro de previsão, ou seja, a diferença entre os valores reais e os previstos da variável resposta, que é assumido normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 (HAIR JR. et al., 2005). As estimativas de máxima verossimilhança considerada para os parâmetros (*random-intercept*) para o modelo de regressão logística e seus erros-padrão são uma variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital; erro robusto da regressão calculado [$e_i = y_i - f(x_i; \hat{\beta})$] pelo procedimento de White (teste de *heterocedasticidade*). A variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odd-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y . Schwarz Bayesian Criterion é um critério para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \chi^2 + k \cdot \ln(\eta) + C(\text{const})$. **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes, e não estabelecer qual delas é maior ou menor.

*** p -valor < 0.10. ** p -valor < 0.05. *** p -valor < 0.01**

◆ INVESTIDORES INDIVIDUAIS PROFISSIONAIS

Tabela 18. Modelo de Regressão Logística : \Leftrightarrow *nonlinear* Generalized Model (*logit*) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

Parâmetros de Escala GLM sobre $n = 49$ observações a partir de $i = 5$ sujeitos e $t =$ variável contínua.

Propriedades Logarítmicas foram utilizadas como um *offset*.

Variável	Coeficiente _ Coef	Erro-padrão da Estimativa [S _e]	estatística Z	pr(Y =1|x=0)	Estatística Wald chi ²	p- valor	Estatística Chi- squared (Prob> chi2)
Intervalos de Retorno | β_0				0.7690	10.04		
]-5, 0]	-1.3237	1.0657	-1.24	0.3949		0.214	Prob> chi2 = 0.1861
]0, 5[	1.9037	1.2424	1.53	0.9192		0.125	
R-R interval	-8.5762	41.0836	-0.21			0.835	
RMSSD (função exponencial)	279.8787	363.4349	0.77			0.441	

SDNN (função exponencial)	-62.6090	52.9115	-1.18	0.237
Beta wave (função logarítmica)	0.4810	1.8991	0.25	0.799
Alfa wave (função logarítmica)	-0.6285	3.7617	-0.17	0.867
constante	-213.7791	296.9806	-0.72	0.472

de obs. Com Y = 0 : # Número de regressão logística total de obs. : 49

de obs. Com Y = 1 : Hausman test =

Log-likelihood = -25.4801 ≡ a robustez/potência do teste estatístico $(1 - \beta)$ pode ser derivada da derivado da função ikelihood

NOTA: A tabela apresenta o valor do coeficiente e entre parênteses o erro-padrão robusto. Na amostra estimativa usou-se o procedimento desenvolvido por Hansen (2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99% para a localização do limiar com base em uma razão de probabilidade que segue uma distribuição não padronizada. Eq. # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1\alpha_i + \beta_2\betaeta_i + \beta_3\thetaeta_i + \beta_4\text{inter.RR}_i + \beta_5\text{Rf}(\%)_i + \beta_6\text{RMSSD}_i + \beta_7\text{SDNN}_i + \beta_8\text{profissional}_i + \varepsilon_i$. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odd-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y. Schwarz Bayesian Criterion é um critério para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \times^2 + k \cdot \ln(\eta) + C(\text{const})$. **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes e não estabelecer qual delas é maior ou menor. **Nota:** Ao usar FE assumimos que algo dentro do indivíduo pode afetar ou influenciar as

variáveis de previsão ou de resultado e precisa-se controlar para isso. Essa é a lógica por trás da hipótese da correlação entre variáveis prazo e erro de previsão de variáveis. FE remove o efeito dessas características invariantes no tempo, para que possamos avaliar o efeito líquido dos preditores na variável de desfecho. Outro pressuposto importante do modelo FE é que essas características invariantes no tempo são únicas para o indivíduo e não deve ser correlacionadas com outras características individuais. Cada indivíduo é diferente, portanto o termo de erro e o da constante (que capta características individuais) não devem ser correlacionados com os outros. Se os termos de erro são correlacionados, então FE não é adequado, uma vez que inferências podem não estar corretas e que você precisa para modelar esse relacionamento (provavelmente usando de efeitos aleatórios), e essa é a principal razão para o teste de Hausman (apresentado mais adiante neste documento). (Software Estatístico **STATA**). **Nota: os retornos foram separados para evitar problemas de colinearidade entre as variáveis** e a constante de coeficientes a serem testados; os dados resultantes das variáveis explicativas sofreram transformação para logaritmos naturais. Para resolver o problema da discrepância provocada no segundo quartil, a transformação da série em logaritmo e a remoção da tendência parecem ter sido eficazes na suavização da série, visto que os valores de média e desvio-padrão das variáveis sofreram transformação logarítmica. Os intervalos de retorno β_0 são expressos em percentual (%) e implica no resultado obtido a partir do logaritmo natural da divisão entre a cotação de fechamento na data t pela cotação de fechamento na data $t-1$ (CHATTERJEE; HADI, 2006).

Do mesmo modo, então, abaixo é apresentada a **tabela 19**, a qual se refere apenas e tão somente aos dados neurais e psicofisiológicos dos sujeitos i , categorizados neste estudo como **investidores individuais “profissionais”**, ou também **investidores individuais “experts”** para dois intervalos de retorno financeiro percentual por tabela, quais sejam: **-10 |---| -5 / +5 |---| +10 ; e, --5 |---| 0 / 0 |---| +5**; em que se busca demonstrar os resultados alcançados, enquanto desempenho decisório financeiro final dos experimentos realizados, estimados a partir da aplicação dos Modelos Econométricos de Regressão Logística: *nonlinear* Generalized Model (*logit*) estruturados à capacidade

preditiva de modelos teóricos do comportamento humano e testar teorias econômicas de Coeficientes de Estimativas de variáveis binárias (*dummies*) com Dados em Painel Desbalanceados. **Nota:** A regressão múltipla utiliza a correção de White (1980): *heteroscedasticity-consistent standard errors* (Hansen, 2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99%; Equação: # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{alpha}_i + \beta_2 \text{beta}_i + \beta_3 \text{theta}_i + \beta_4 \text{inter. RR}_i + \beta_5 \text{Rf}(\%)_i + \beta_6 \text{RMSSD}_i + \beta_7 \text{SDNN}_i + \beta_8 \text{profissional}_i + \varepsilon_i$; em que, Sell_t representa a variável resposta categórica, binária, e os termos x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) associam-se às variáveis explicativas; o coeficiente β_0 representa o valor da variável Sell_t quando as variáveis explicativas são nulas; as expressões β_i são indicadores de coeficientes de regressão e o resíduo (ε) é o erro de previsão, ou seja, a diferença entre os valores reais e os previstos da variável resposta, que é assumido normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 (HAIR JR. et al., 2005). As estimativas de máxima verossimilhança considerada para os parâmetros (*random-intercept*) para o modelo de regressão logística e seus erros-padrão são uma variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital; erro robusto da regressão calculado [$e_i = y_i - f(x_i; \hat{\beta})$] pelo procedimento de White (teste de *heterocedasticidade*). A variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odds-ratios*. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y . Schwarz Bayesian Criterion é um critério para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \chi^2 + k \cdot \ln(\eta) + C$ (*const*). **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes, e não estabelecer qual delas é maior ou menor.

***p-valor < 0.10. **p-valor < 0.05. ***p-valor < 0.01**

Φ TODOS INDIVÍDUOS INVESTIDORES INDIVIDUAIS < PROFISSIONAIS || INEXPERIENTES

Tabela 19. Modelo de Regressão Logística : \Leftrightarrow *nonlinear* Generalized Model (*logit*) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

Parâmetros de Escala GLM sobre $n = 164$ observações a partir de $i = 17$ sujeitos e $t =$ variável contínua.

Propriedades Logarítmicas foram utilizadas como um *offset*.

Variável	Coeficiente _Coef	Erro-padrão da Estimativa [S _e]	estatística Z	pr(Y =1|x=0)	Estatística Wald chi ²	p-valor	Estatística Chi- squared (Prob> chi2)
Intervalos de Retorno | β_0							
[-10, -5]	-1.6373	0.4530	-3.61	0.2972	18.62	0.000***	Prob> chi2 = 0.01***
[5, 10]	-0.2448	0.4247	-0.58	0.6399		0.564	

Professional	-0.2457	0.4600	- 0.05	0.957
R-R interval	0.5598	3.1027	0.18	0.857
RMSSD (função exponencial)	20.4211	22.3647	0.91	0.361
SDNN (função exponencial)	-34.5066	16.8787	-2.04	0.004**
Beta wave (função logarítmica)	-1.0886	0.6178	-1.76	0.078*
Alfa wave (função logarítmica)	-1.4212	1.6916	-0.84	0.401
constante	20.7456	15.7551	1.32	0.188

de obs. Com Y = 0 : 72

Número de regressão logística total de obs. : 164

de obs. Com Y = 1 : 95

Hausman test =

Log-likelihood = - 100.8539 \equiv a robustez/potência do teste estatístico $(1 - \beta)$ pode ser derivada da função likelihood

Nota: os retornos foram separados para evitar problemas de colinearidade entre as variáveis a constante de coeficientes a serem testados. Os dados resultantes das variáveis explicativas sofreram transformação para logaritmos naturais. Para resolver o problema da discrepância provocada no segundo quartil, a transformação da série em logaritmo e a remoção da tendência parecem ter sido eficazes na suavização da série, visto que os valores de média e desvio-padrão das variáveis sofreram transformação logarítmica. Os intervalos de retorno β_0 é expresso em

percentual % e implica no resultado obtido a partir do logaritmo natural da divisão entre a cotação de fechamento na data t pela cotação de fechamento na data $t-1$ (CHATTERJEE; HADI, 2006).

Do mesmo modo, então, abaixo é apresentada a **tabela 20**, a qual se refere apenas e tão somente aos dados neurais e psicofisiológicos dos sujeitos i , categorizados neste estudo como **investidores individuais “profissionais”**, ou também **investidores individuais “experts”** para dois intervalos de retorno financeiro percentual por tabela, quais sejam: **-10 |---| -5 / +5 |---| +10 ; e, --5 |---| 0 / 0 |---| +5**; em que se busca demonstrar os resultados alcançados, enquanto desempenho decisório financeiro final dos experimentos realizados, estimados a partir da aplicação dos Modelos Econométricos de Regressão Logística: *nonlinear* Generalized Model (*logit*) estruturados à capacidade preditiva de modelos teóricos do comportamento humano e testar teorias econômicas de Coeficientes de Estimativas de variáveis binárias (*dummies*) com Dados em Painel Desbalanceados. **Nota:** A regressão múltipla utiliza a correção de White (1980): *heteroscedasticity-consistent standard errors* (Hansen, 2000) para construir o intervalo de confiança heterocedástico-consistente de 99%; Equação: # $Y_{i,s,t} = \text{logit}(\text{Sell}_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{alpha}_i + \beta_2 \text{beta}_i + \beta_3 \text{theta}_i + \beta_4 \text{inter. RR}_i + \beta_5 \text{Rf}(\%)_i + \beta_6 \text{RMSSD}_i + \beta_7 \text{SDNN}_i + \beta_8 \text{profissional}_i + \varepsilon_i$; em que, Sell_t representa a variável resposta categórica, binária, e os termos x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) associam-se às variáveis explicativas; o coeficiente β_0 representa o valor da variável Sell_t quando as variáveis explicativas são nulas; as expressões β_i são indicadores de coeficientes de regressão e o resíduo (ε) é o erro de previsão, ou seja, a diferença entre os valores reais e os previstos da variável resposta, que é assumido normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 (HAIR JR. et al., 2005). As estimativas de máxima verossimilhança considerada para os parâmetros (*random-intercept*) para o modelo de regressão logística e seus erros-padrão são uma variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital; erro robusto da regressão calculado [$e_i = y_i - f(x_i; \hat{\beta})$] pelo procedimento de White (teste de *heterocedasticidade*). A variável determinada pelo coeficiente β_0 , p representa *dummies* para os intervalos de retorno ganho ou perda de capital. Os coeficientes β 's são os logaritmos das *odd-*

ratios. Valores negativos indicam um relacionamento negativo entre a probabilidade de sucesso e a variável independente. Por sua vez, valores positivos indicam um relacionamento positivo. Quais são as variáveis que afetam significativamente a variação de Y. Schwarz Bayesian Criterion é um critério para seleção de modelos entre um conjunto finito de modelos, definido conforme a seguinte equação matemática: $SBC = \chi^2 + k \cdot \ln(\eta) + C$ (*const*). **Teste bicaudal:** teste cujo objetivo é testar apenas se as médias (ou proporções) são iguais ou diferentes, e não estabelecer qual delas é maior ou menor.

p-valor < 0.10. **p-valor < 0.05. *p-valor < 0.01*

Φ TODOS INDIVÍDUOS INVESTIDORES INDIVIDUAIS < PROFISSIONAIS | INEXPERIENTES

>

Tabela 20. Modelo de Regressão Logística : \Leftrightarrow *nonlinear* Generalized Model (*logit*) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

Parâmetros de Escala GLM sobre $n = 164$ observações a partir de $i = 17$ sujeitos e $t =$ variável contínua.

Propriedades Logarítmicas foram utilizadas como um *offset*.

Variável	Coeficiente _ Coef	Erro-padrão da Estimativa [S _e]	estatística Z	pr(Y =1|x=0)	Estatística Wald chi ²	p-valor	Estatística Chi-squared (Prob> chi2)
Intervalos de					16.80		

Retorno | β_0						
]-5, 0]	0.3316	0.4059	-0.82	0.5355	0.414	Prob> chi2 = 0.03**
]0, 5[	1.6533	0.4861	3.40	0.8119	0.001***	
Profissional	-0.1712	0.4524	-0.38		0.705	
R-R interval	-0.1912	3.1462	-0.06		0.952	
RMSSD (função exponencial)	20.8183	22.3422	0.93		0.351	
SDNN (função exponencial)	-34.3831	16.6298	-2.07		0.039**	
Beta wave (função logarítmica)	-1.-178	0.6043	-1.68		0.092**	
Alfa wave (função logarítmica)	-1.4974	1.6879	-0.89		0.375	
constante	19.9516	15.9571	1.25		0.211	

de obs. Com Y = 0 : 72

Número de regressão logística total de obs. : 164

de obs. Com Y = 1 : 95

Hausman test =

Loglikelihood = - 101.6387 \equiv a robustez/potência do teste estatístico $(1 - \beta)$ pode ser derivada da derivado da função ikelihood

Nota: os retornos foram separados para evitar problemas de colinearidade entre as variáveis a constante de coeficientes a serem testados. Os dados resultantes das variáveis explicativas sofreram transformação para logaritmos naturais. Para resolver o problema da discrepância provocada no segundo quartil, a transformação da série em logaritmo e a remoção da tendência parecem ter sido eficazes na suavização da série, visto que os valores de média e desvio-padrão das variáveis sofreram transformação logarítmica. Os intervalos de retorno β_0 é expresso em percentual % e implica no resultado obtido a partir do logaritmo natural da divisão entre a cotação de fechamento na data t pela cotação de fechamento na data $t-1$ (CHATTERJEE; HADI, 2006).

As Tabelas 15 e 16 apresentam os resultados de uma regressão logística que segue a metodologia de Kaustia (2010) e Grinblatt et al. (2001). Adaptando a regressão ao contexto experimental dessa pesquisa, foi necessário reduzir a quantidade e a amplitude dos intervalos de retorno. Assim, a amplitude considerada foi de 5% e os retornos foram classificados em quatro variáveis binárias que representam em qual faixa de retorno se encontrava a operação de cada participante. Essas variáveis classificam os retornos de -10% até +10%. Não foram observados retornos fora desse intervalo devido ao formato do experimento e do *software* desenvolvido para esta pesquisa. Cabe lembrar que essas variáveis que classificam os retornos em intervalos consideram tanto retornos de vendas realizadas (quando $Y=1$) quanto retornos fictícios de quando o indivíduo deixou de obter um retorno positivo ou negativo por ter optado por reter o ativo em carteira ($Y = 0$).

A significância estatística dos retornos que vão de -5% até +10% na Tabela 1 indica que os intervalos dentro dessa faixa de retorno se mostraram significativos para explicar o comportamento de venda dos participantes dos experimentos. Nesse caso, uma maior significância estatística indica que o referido intervalo possui maior poder de explicação sobre o comportamento dos indivíduos.

Outro resultado bastante relevante da Tabela 16 é a probabilidade estimada de ocorrência de uma venda quando o participante experimenta um retorno dentro de determinado intervalo ($\Pr(Y=1|X=1)$), sendo que X nesse caso pode ser compreendido como cada um dos quatro intervalos de retorno. Exemplificando, se um indivíduo realiza uma operação durante o experimento que lhe proporciona um retorno dentro do intervalo de 0 a 5%, então a probabilidade de ele realizar uma venda ($Y=1$) é de 81,38%, conforme demonstra a Tabela 1.

Seguindo essa interpretação, é possível afirmar que os resultados das Tabelas 15 e 16 corroboram a existência do efeito disposição. No teste de Wald, a hipótese nula é rejeitada se $W_n > z$, em que é um valor crítico predeterminado. O teste de Wald pode ser utilizado para testar o verdadeiro valor do parâmetro com base na estimativa de amostra. Esses resultados estão em linha com a literatura, que demonstra que um maior CD tende a piorar a performance financeira (ODEAN 1998; WEBER e CAMERER 1998).

Examinamos, ainda, por meio do teste de Wald, se sob a hipótese nula (=ausência de correlação entre os regressores e o termo de erro), há sinais indicativos de convergência de probabilidades em direção ao valor zero (0). Para as distribuições de erro, que pertencem à família exponencial, uma função de ligação pode ser usada para transformar os parâmetros sob o modelo linear generalizado (FRYDMAN; CAMERER; RANGEL, 2013).

A relação entre π e X pode ser modelada através de uma função de resposta logística, a qual é apresentada por Chatterjee e Hadi (2006) matematicamente:

$$\pi = Pr(Y = 1/X = x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}} \quad (38)$$

A Equação 2.4 é não linear nos parâmetros, mas é possível torná-la linear com o uso do logaritmo natural dos dois lados da equação. Então obteremos:

$$\text{logit}(\pi) = \ln \frac{\pi}{1 - \pi} = \beta_0 + \beta_1 x \quad (39)$$

de maneira que:

$\ln(\pi/1 - \pi)$ passa a ter um intervalo que vai de $-\infty$ até $+\infty$, o modelo se torna mais adequado para o uso de uma regressão linear. O modelo *logit* é linear nos parâmetros, os quais são estimados por máxima verossimilhança. Após a estimação obtêm-se as probabilidades para cada valor de x .

As análises a serem realizadas fundamentam-se na abordagem e em métodos da bioestatística, que propõem a aplicação de estatísticas às análises de dados biológicos, importantes para este trabalho, das respostas e variáveis neurofisiológicas e fisiológicas. Tais análises baseiam-se essencialmente em modelos de dados em painel.

Modelos em dados em painel são bastante utilizados em estudos em que é possível obter informações sobre vários indivíduos ao longo de um determinado período temporal. A maior vantagem de dados em

painel é o aumento na precisão da estimação que é resultado do maior número de observações em função da combinação, ou “pooling”, de dados de vários períodos temporais para cada indivíduo.

Uma segunda atração de dados em painel é a possibilidade de estimadores consistentes de modelos de efeitos fixos, que permitem heterogeneidade individual não observável. Ademais, em que pese à robustez e coerência da aplicabilidade dos modelos econométricos de regressão *logit* com dados em painel desbalanceados, o uso de modelos de efeitos fixos (FE) demonstra forte adequabilidade se o objetivo está apenas em analisar o impacto de variáveis de previsão e de resultado que se modificam ao longo do tempo t . Nesse caso, o termo independente (intercepto) será responsável por diferir os indivíduos. Não obstante, caso os efeitos individuais não se comportem de uma forma determinística, mas sim aleatória, o modelo de efeitos aleatório que introduz a heterogeneidade individual no termo de erro deve ser utilizado. No entanto, testes devem ser realizados para identificar a melhor especificação para o modelo de dados em painel estático de acordo com os dados utilizados.

Em muitos estudos de economia e finanças, a variável dependente é discreta, indicando, por exemplo, que uma família comprou um carro ou que um empréstimo foi negado para um indivíduo. Esse cenário é o que se enquadra na presente tese, em que temos a variável dependente discreta assumindo o valor 1 em caso de venda de determinado ativo em um intervalo de tempo t ou 0 se o indivíduo não vendeu a ação no mesmo período.

Assim, temos um modelo de dados em painel com variável dependente discreta. De fato, se p_{it} é a probabilidade de um indivíduo i vender um ativo em t , então $E(y_{it}) = 1 * p_{it} + 0 * (1 - p_{it}) = p_{it}$, que é usualmente modelada como uma função de algumas variáveis explicativas como segue:

$$p_{it} = Pr[y_{it} = 1] = E(y_{it}/x_{it}) = F(x'_{it}\beta)$$

Para o modelo de probabilidade linear, $F(x'_{it}\beta) = x'_{it}\beta$ e os métodos usuais de estimação de modelos em dados em painel podem ser aplicados. Caso não seja possível garantir que \hat{y}_{it} pertence ao intervalo $[0,1]$, a solução padrão é usar funções de distribuição normal ou logística que restringem $F(x'_{it}\beta)$ de modo que esteja entre 0 e 1. Essas funções de probabilidade são conhecidas na literatura como *logit* e *probit*, correspondendo às distribuições logística e normal,

respectivamente. Mais detalhes sobre os métodos de estimação de modelos de dados em painel com variável dependente discreta podem ser encontrados em Baltagi (2008) e Wooldridge (2010).

4.4.2 Descrição dos modelos econométricos: modelos de Regressão Logística : \Leftrightarrow nonlinear Generalized Model (logit) para Coeficientes de Estimativas e Dados em Painel Desbalanceados

As principais hipóteses a serem investigadas a partir da análise do modelo de dados em painel são:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{não existe diferença significativa de ativação} \\ \text{neurofisiológica e fisiológica de acordo com o efeito} \\ \text{disposição} \\ H_1: \text{existe diferença significativa de ativação neurofisiológica e} \\ \text{fisiológica de acordo com o efeito disposição;} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{não existe diferença significativa de ativação} \\ \text{neurofisiológica e fisiológica de acordo com o retorno} \\ \text{(desempenho) econômico-financeiro final (retorno} \\ \text{percentual absoluto);} \\ H_1: \text{existe diferença significativa de ativação neurofisiológica e} \\ \text{fisiológica de acordo com o retorno (desempenho)} \\ \text{econômico-financeiro final (retorno percentual absoluto);} \end{array} \right.$$

Os dois primeiros modelos econométricos que serão utilizados para investigar as relações de causa e efeito para a propensão individual de vender um determinado ativo em um intervalo de tempo são apresentados nas equações (19) e (20). Lembrando que vender um ativo ($Y = 1$) resulta em ganho (perda) realizado(a) assim como não vender ($Y = 0$) resulta em ganho (perda) não realizado(a). Primeiro, apresentamos o modelo considerando os intervalos $[-10,5]$ e $[5,10]$. Pelo

que percebi você faz isso para dois tipos de indivíduos (experientes e inexperientes). Se for verdade isso diz que você estima esse modelo para cada um destes indivíduos.

$$Y_{it} = \beta_{0,it} + \beta_{1,it} \text{intervalo}[-10,5]_{it} + \beta_{2,it} \text{intervalo}[5,10]_{it} \\ + \beta_{3,it} \text{RRInterval}_{it} + \beta_{4,it} \text{RMSSD}_{it} \\ + \beta_{5,it} \text{SDNN}_{it} + \beta_{6,it} \text{betawave}_{it} + \beta_{7,it} \text{alphawave}_{it} + u_{it}$$

onde:

Y_{it} é a propensão a vender um determinado ativo;

$\text{intervalo}[-10,5]$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

$\text{intervalo}[5,10]_{it}$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

RRInterval_{it} : Intervalo de tempo, expresso usualmente em milissegundos, entre as ondas “R” da atividade elétrica do coração. A assinatura energética “R” do complexo QRS (presente em cada batimento cardíaco) refere-se a um pico de energia superior aos demais. Por essa razão, esse indicador de variabilidade cardíaca pode ser utilizado como referencial para a mensuração do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos.

RMSSD_{it} : Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos, unidade de medida em ms .

SDNN_{it} : Desvio-Padrão dos Intervalos Normais RR para um determinado período de tempo

(Standard Deviation of NN Intervals), unidade de medida em ms ; aponta a atividade parassimpática

betawave_{it} é a onda cerebral Beta do indivíduo i em t

alphawave_{it} é a onda cerebral Alfa do indivíduo i em t

u_{it} é o termo de erro robusto aleatório

$i = 1, \dots, n$: são os participantes do experimento

$t = 1, \dots, T$: são os intervalos de tempo das sessões experimentais de simulação computacional de investimentos.

Agora, apresentamos o modelo para os intervalos]-5,0] e]0,5[para dois tipos de indivíduos investidores pessoas físicas (experientes e inexperientes). Logo, estimou-se o modelo a seguir para cada um desses indivíduos estudados; desse modo:

$$Y_{it} = \beta_{0,it} + \beta_{1,it}intervalo[-5,0]_{it} + \beta_{2,it}intervalo[0,5]_{it} \\ + \beta_{3,it}RRInterval_{it} + \beta_{4,it}RMSSD_{it} \\ + \beta_{5,it}SDNN_{it} + \beta_{6,it}betawave_{it} + \beta_{7,it}alphawave_{it} + u_{it}$$

em que

Y_{it} é a propensão a vender um determinado ativo;

$intervalo[-10,5]$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

$intervalo[5,10]_{it}$ é o intervalo percentual de retorno final do indivíduo i

$RRInterval_{it}$: Intervalo de tempo, expresso usualmente em milissegundos, entre as ondas “R” da atividade elétrica do coração. A assinatura energética “R” do complexo QRS (presente em cada batimento cardíaco) refere-se a um pico de energia superior aos demais. Por essa razão, esse indicador de variabilidade cardíaca pode ser utilizado como referencial para a mensuração do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos.

$RMSSD_{it}$: Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos, unidade de medida em ms .

$SDNN_{it}$: Desvio-Padrão dos Intervalos Normais RR para um determinado período de tempo

(Standard Deviation of NN Intervals), unidade de medida em ms ; aponta a atividade parassimpática

$betawave_{it}$ é a onda cerebral Beta do indivíduo i em t

$alphawave_{it}$ é a onda cerebral Alfa do indivíduo i em t

u_{it} é o termo de erro robusto aleatório

$i = 1, \dots, n$: são os participantes do experimento

$t = 1, \dots, T$: são os intervalos de tempo das sessões experimentais de simulação computacional de investimentos.

Assim, a seguir descrevem-se as cinco variáveis de controle ou explanatórias analisadas nesta segunda proposta de estudo do efeito disposição e que integram o modelo de regressão logística proposto (KEMP, 2003). Cabe ressaltar que além das três variáveis [letras **(a)**, **(b)** e **(c)**] propostas e analisadas em Kaustia (2010a), outras duas variáveis [letras **(d)**, **(e)**], originadas a partir da primeira proposta de estudo do efeito disposição, são agregados a esse modelo econométrico:

a) Valor do Portfólio do Investidor (*Investor Portfolio*): definido pelo logaritmo – $[\ln(x)]$ do valor financeiro do portfólio de cada indivíduo adicionado do valor em caixa;

b) Variáveis dependentes ($Y_{i,s,t}$) *Sell or Hold*: são variáveis qualitativas (*dummies*) que representam a estimativa à propensão de um indivíduo em vender ou manter determinada ação i em carteira e em relação a uma condição específica, particular; os dados são analisados considerando o número de períodos com que o indivíduo permaneceu com a ação;

c) Ganho ou Perda de Capital em relação ao Preço de Compra (*Capital Gain or Capital Loss in relation to the Purchase Price – Buy*): essas variáveis são definidas a partir do retorno percentual (%) de uma operação de venda de uma ação i (com lucro ou prejuízo), medido em relação ao preço de compra desse ativo i . Kaustia (2010a) afirma que uma *dummy* associada a um intervalo de variação de preço (*capital gain/capital loss*) aponta se a porcentagem de ganho ou perda de uma ação i vendida incide dentro de determinado intervalo. Do mesmo modo, a *dummy* indica se a porcentagem de um ganho ou perda potencial (*paper gain or paper loss*) de uma ação i , mantida no portfólio, incide dentro de determinado intervalo. Então, de acordo com Kaustia (2010a), a *dummy* para o intervalo [5, 10] será igual a 1 (um) quando a variação de preço da ação i , medido em relação ao seu preço de compra, for maior ou igual a 5% e menor que 10%, e será 0(zero) em caso contrário.

d) Neurofisiológicas: variáveis neurais, explanatórias, definidas por um conjunto de dados da atividade cerebral (sinais elétricos) que correspondem às ondas cerebrais *alfa e beta*;

e) Fisiológicas: variáveis explicativas, cardiovasculares, definidas por um conjunto de dados da atividade eletrofisiológica (sinais elétricos) humana: frequência cardíaca (HR; VFC).

Complementarmente, Kaustia (2010a) sugere e também apresenta uma equação matemática (equação 23) para descrever o efeito marginal (função de distribuição logística: propensão para vender como uma função do retorno em relação ao preço de compra – GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; BARBERIS; XIONG, 2009, 2012) sobre a probabilidade de um indivíduo comprar, vender ou não (condicionado a manter) uma ação ou ativo financeiro num determinado período (t) (GUJARATI; PORTER, 2011):

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{y_i}}{1 + e^{-y_i}} = e^{y_i} \quad (23)$$

em que:

P_i = representa a probabilidade de vender a ação i ;
 $1 - P_i$ = representa a probabilidade de manter a ação i ;

A fim de oferecer maiores esclarecimentos para o entendimento do efeito disposição e sobre os quatro modelos econométricos propostos neste trabalho, considerou-se realizar testes estatísticos²² para averiguar e identificar a presença de possíveis relações lineares entre as variáveis explanatórias ou de controle.

Nesse caso, verifica-se a ocorrência de: (i) correlação estatística entre as variáveis explicativas nas regressões, colinearidade e multicolinearidade, e teste estatístico de endogeneidade dos regressores, Teste de Hausman e teste t); (ii) autocorrelação (coeficientes: R^2 ; R^2 ajustado) entre as variáveis independentes e autocorrelação serial entre os erros (teste estatístico *Durbin-Watson*); (iii) variância do erro: $\mathbf{E}(\mathbf{\epsilon}^2) = \sigma^2$ (constante) com o teste de White (*heterocedasticidade*) (GUJARATI; PORTER, 2011; HAIR JR. et al., 2005).

Assim, o comportamento humano está sempre sob a influência pervasiva, mas não percebida, de um sistema afetivo (emoções) perfeitamente sintonizado. O sistema afetivo é essencial para o bom funcionamento do cérebro. Ele também afeta o sistema deliberativo. Dados neurais e imagens cerebrais são capturadas por meio de eletrodos presos à cabeça para medir a atividade elétrica sincronizada a estímulos

²² Todos os testes estatísticos são realizados com nível de significância de 5%.

ou respostas comportamentais em tempo real (*real time*) de pessoas desempenhando uma tarefa “experimental”. Essas imagens são então comparadas com as de uma tarefa “controlada”. O objetivo é identificar as regiões do cérebro ativadas pela tarefa experimental. O EEG apresenta boa resolução temporal: resposta quase instantânea (depois de um milissegundo), único método usado em humanos que monitora diretamente a atividade neural. Porém, uma limitação do método de EEG está na sua capacidade de abrangência, uma vez que pode medir a atividade apenas na parte exterior do cérebro. Processos neurais ocorrem na escala de 0,1 milímetro e 100 milissegundos; são realizadas grandes quantidades de observações para alcançar um padrão de comportamento psiconeurofisiológico (biológico) aproximado, obtido a partir da média.

A forma hiperbólica captura o fato de que as preferências em t diferem das de $t+1$: inconsistência dinâmica (ex. protelamento (*procastination*) – AKERLOF, 1991). O sistema límbico (processos automáticos-afetivos/emoções) controla a preferência pelo imediatismo (β), enquanto o cérebro analítico (processos controlados-cognitivos/afeto-deliberativos) – fronto-parietal cortex (δ) – controla o desconto exponencial e é recrutado para todas as escolhas (MC CLURE; LAIBSON; LOEWENSTEIN; COHEN, 2004). Porém esses processos cognitivos ou modelos de decisão do cérebro podem tanto competir quanto colaborar entre si. Emoção e razão também competem para controlar o comportamento em relação ao risco (LOEWENSTEIN; WEBER; HSEE; WELCH, 2001). Emoções e instintos têm um papel fundamental na tomada de decisão forward-looking, porém motivam comportamentos para metas de curto prazo; a emoção tende a predominar em julgamentos de probabilidade, entretanto as incoerências tendem a desaparecer após estados mentais de reflexão (KAHNEMAN; FREDERICK, 2002). Na avaliação de probabilidades, o hemisfério esquerdo é mais ativo (PARSONS, OSHERSON; 2001).

$$U_t = u_t + \beta[\delta u_{t+1} + \delta^2 u_{t+2} + \delta^3 u_{t+3} + \dots] \quad (40)$$

$$(1/\beta)U_t = (1/\beta)u_t + \delta u_{t+1} + \delta^2 u_{t+2} + \delta^3 u_{t+3} + \dots$$

$$(1/\beta)U_t = (1-\beta)u_t + \delta u_t + \delta u_{t+1} + \delta^2 u_{t+2} + \delta^3 u_{t+3} + \dots$$

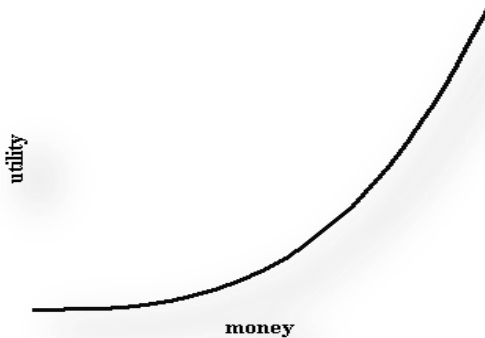
Exercer o autocontrole em uma situação pode reduzir o de outra. De acordo com a Neurociência do investimento (PETERSON, 2005) – recompensas ativam o cérebro de uma forma, e perdas de outra, tanto na antecipação como no recebimento destas.

Anomalias em decisões de investimento podem ter bases neurológicas. As pessoas tentam avaliar o nível objetivo de risco de diferentes escolhas perigosas, como no modelo da utilidade esperada, mas também reagem ao risco emocionalmente (LOEWENSTEIN; WEBER; HSEE; WELCH, 2001).

A explicação tradicional para *gambling* é a utilidade por dinheiro convexa. Contudo, reações neurais e psicofisiológicas emocionais parecem desempenhar um papel importante no processo de tomada de decisão financeira de curto prazo diante de condições arriscadas.

A figura 19 a seguir mostra que a função curva do comportamento de aversão ao risco é governada por respostas imediatas ao medo. O medo ocorre na amígdala, mas pouco medo pode também produzir comportamento não maximizador, diante de escolhas arriscadas de valor esperado negativo (BECHARA, DAMASIO, TRANEL, DAMASIO, 1997).

FIG. 18 Ilustração da Curva de função Utilidade Convexa – as reações emocionais também devem ter um papel: a explicação convencional para jogo (*gambling*) é a utilidade por dinheiro convexa.



Fonte: Caplin, Leahy 1997

Essas constatações estão em conformidade com estudos anteriores no mercado americano (ROYCHOWDHURY, 2006; ZANG, 2012) e próximas daquelas encontradas por Martinez e Cardoso (2009) para o modelo de análise de regressão linear múltipla *-logit* (binária) – para cálculo de ganhos e perdas realizados parece melhor explicar e fornecer maior poder preditivo do que a Teoria do Prospecto na previsão do efeito disposição. Contesta a TP como melhor explicação para a ocorrência do efeito disposição (GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; FENG, SEASHOLES (2005); DHAR, ZHU (2006).

O propósito desse modelo de regressão logística está em identificar os intervalos de retornos, sejam estes positivos ou negativos, que melhor explicam o comportamento de venda dos ativos, ou seja, quando a variável dependente (Y) assume o valor de 1. Conforme a literatura do efeito disposição, os indivíduos deveriam apresentar maior propensão a vender os ativos que apresentam pequenos retornos positivos. Por outro lado, retornos negativos deveriam provocar um

comportamento de retenção dos ativos em carteira por parte dos indivíduos (KAUSTIA, 2010).

Os intervalos de ganhos e perdas realizados ou não realizados considerados nesta pesquisa podem ser equiparados com os mesmos intervalos de Kaustia (2010) e Grinblatt e Keloharju (2001), uma vez que para Kaustia (2010) e Grinblatt e Keloharju (2001) os ganhos e perdas possíveis ou realizados foram considerados em valores diários.

À luz das Neurofinanças, isso mostra que retornos negativos expressivos influenciam significativamente a retenção dos ativos em carteira, e esses resultados vão ao encontro do trabalho de Statman, Thorley e Vorkink (2006). Desse modo, os testes realizados mostram pela primeira vez como neurais dados gerados na ausência de escolha podem ser usados para testar teorias concorrentes de tomada de decisão financeira (*princípio da parcimônia*). Um trabalho recente examinou como os dados recolhidos neurais na ausência de escolha podem ajudar a prever escolha em outras configurações, como as decisões de compra dos consumidores (SMITH et al., 2014; FRYDMAN et al., 2014).

4.5 TERCEIRO ENSAIO: non-rational decision making hypothesis model e vies de reversão à média (mean-reversion bias)

O efeito disposição pode tanto ser resultado de motivações racionais quanto de motivações comportamentais. As racionais incluem rebalanceamento de carteiras (LAKONISHOK; SMIDT, 1986), informações privadas sobre o valor fundamental de uma ação e custos de transação (HARRIS, 1988). Odean(1998) mostra que, para os investidores norte-americanos analisados em seu estudo, mesmo quando todas as motivações racionais citadas são controladas, os investidores analisados continuam a manifestar o efeito disposição. O autor ainda afirma que as causas da manifestação do efeito disposição estão mais alinhadas com os argumentos comportamentais.

Entre as motivações comportamentais do efeito disposição encontram-se explicações através da teoria do prospecto, da crença na reversão à média, na contabilidade mental e na aversão ao arrependimento.

O objetivo é capturar a influência do efeito experiência com uma abordagem moderna (KAUSTIA, 2010) de análise do efeito disposição. Outros artigos afirmam existir uma redução de vieses comportamentais quando o nível de experiência do investidor aumenta (LIST, 2003; STATMAN; THORLEY; VORKINK, 2006; DA COSTA JR. et al., 2013). Outra explicação para as decisões de venda está fundamentada na hipótese das estratégias de *momentum* (GRIFFIN; NARDARI; STULZ, 2007). A explicação baseada em investidores movidos pelo *momentum* está relacionada com o fato de que esses investidores procuram comprar ações após altas nos preços e vender após quedas nos preços (GRIFFIN; NARDARI; STULZ, 2007, p. 912).

Além das formas apresentadas anteriormente para estudar o efeito disposição, procurou-se, ainda, outra maneira de se verificar alguma relação entre experiência e efeito disposição.

A hipótese do primeiro estudo é verificada a partir de dados agregados dos ganhos e perdas (realizadas e não realizadas) do conjunto dos participantes. Essa agregação de dados, apesar de satisfatória para analisar o comportamento médio do investidor, apresenta alguns problemas, como salientam Dhar e Zhu (2006), entre outros autores, para analisar o comportamento individual. Ela pode mascarar variações em corte transversal do efeito disposição entre os indivíduos.

Por esse motivo, preferiu-se efetuar a comparação do efeito disposição entre o grupo não experiente e o experiente não com os dados agregados de cada grupo, mas através de um coeficiente de disposição estimado para cada participante do experimento. Esse procedimento assemelha-se aos propostos por Chen et al. (2005), Dhar e Zhu (2006) e Kumar e Lim (2007). Assim, para testar a hipótese nula de que a média dos coeficientes de disposição de cada grupo é igual, é necessário usar uma definição/fórmula para a estimação individual desse efeito. Adicionalmente, adotamos como definição para o coeficiente individual de disposição a medida proposta por Weber e Camerer (1998) e usada por Dhar e Zhu (2006), Kumar e Lim (2007) e Da Costa Jr. et al. (2008), dada por:

TABELA 18. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DOS COEFICIENTES DE DISPOSIÇÃO (CDS) EM NÍVEL AGREGADO – SIMULAÇÃO #

	Amostra total	Sem experiência	Com experiência
Ganhos realizados (GR)	63	46	17
Perdas realizadas (PR)	37	21	16
Ganhos não realizados (GNR)	25	16	9
Perdas não realizadas (PNR)	49	38	11
$PGR=GR/(GR+GNR)$	0.7159	0.7419	0.6539
$PPR=PR/(PR+PNR)$	0.4302	0.3560	0.5930
$PPR - PGR$	- 0.2857	- 0.3859	- 0.0609
CD agregado	0.2857	0.3860	0.0612
Erro Padrão de CD (PGR-PPR)	0.0720	0.0835	0.1328
Wilcoxon estatística-Z	3.9760***	4.6220***	0.4611
Teste ($H_0 : CD \leq 0$) ($H_1 : CD > 0$)			

Nota: Para maior robustez dos resultados em relação à significância estatística, optou-se por aplicar o teste não paramétrico de Wilcoxon para as medianas; um teste t para as médias para testar a hipótese de que a média da distribuição é zero. E o teste de Jarque-Bera para verificar a hipótese de normalidade da distribuição de probabilidade da variável (CDs) – verificar se a mediana de distribuição é zero. O efeito disposição é definido como $CD = (NGR-NPR)/(NGR+NPR)$. Nota: com o propósito de oferecer maior robustez às análises dos dados e verificar as hipóteses $H_1 : CD > 0$; $eH_1 : PGR > PPR$, indicando potencial significância estatística, optou-se por aplicar o teste t para médias e os testes não paramétricos: de Wilcoxon e U de Mann-Whitney para as medianas (heterogeneidade das amostras ordinais).

Nota: Nível Agregado

(1) one-tailed tests: Hipótese nula: $CD \leq 0$; Hipótese alternativa: $CD > 0$;

(2) Comparando a proporção de ganhos realizados (PGR) entre Público e Privado:

Público: 383/1467(=0,2611) versus Privado: 217/1424 (=0,1524), $Z=7,20$ ***

(3) Comparando a proporção de perdas realizadas (PPR) entre Público e Privado:

Público: 214/1517 (=0,1411) versus Privado: 146/1329 (=0,1099), $Z= 2,50$ **

(4) Teste para verificar se $CD(\text{público}) \geq CD(\text{privado})$

a) Usando o EP da amostra total: $Z = (0,1200-0,0425)/0,0098=7,91$ ***

b) Usando o EP das duas subamostras: $Z = (0,1200-$

$0,0425)/(0,01452+0,01282)1/2=3,997$ ***

*significativo a 10% **significativo a 5% ***significativo a 1%

Para constatar se a propensão a realizar ganhos ($PGR > PPR$) é estatisticamente significativa e maior que zero, e se individualmente os

investidores (estudantes) exibem o *efeito disposição* em suas decisões econômicas de curto prazo, um *teste-t* para a diferença entre as duas proporções de ganhos e perdas de cada indivíduo valida estatisticamente a análise.

Para averiguar se um sujeito *i* apresentou o efeito disposição na simulação computacional de investimentos *Investor*, para cada um dos indivíduos da amostra considerou-se identificar se a PGR é superior a PPR e testar se $PGR > PPR$, em que uma proporção é maior do que a outra. Nesse caso, Odean (1998) argumenta que, se a diferença entre as duas proporções ($PGR - PPR$) apresentar significância estatística, a utilização de um teste de diferença de proporções, enquanto procedimento de validade estatística, é amplamente aceita e adequada.

Desse modo, um teste adequado para visualizar tal diferença é o teste Z para diferenças de proporções (BROWN et al., 2006; ODEAN, 1998; MONTGOMERY, 2008), abordagem estatística utilizada neste trabalho. Cabe esclarecer que o cálculo do erro-padrão (denominador da equação abaixo) tem como base Odean (1998, p. 1784) e Shefrin e Statman (1985, p. 789):

Muitos autores, como Odean (1998), Feng e Seasholes (2005) e Dhar e Zhu (2006), observaram, a partir de dados coletados em corretoras de ações, que investidores mais atuantes, aqueles que realizam mais transações ao longo do período analisado, sofrem menos do efeito disposição. Isso aconteceria devido à experiência adquirida pelo maior número de transações efetuadas. $PPR-PGR = -0.115$; -0.076 ; -0.120 = para verificar a ocorrência do ED foi calculado usando o método de ODEAN (1998, 1999) e gerando resultados qualitativamente consistentes com Odean (1998) = -0.05 , bem como Grinblatt e Keloharju (2001). Na amostra total, os investidores realizaram significativamente mais ganhos de capital do que perdas, e que a diferença é grande ($PLR-PGR = -0,115$). Outros resultados encontrados para o efeito disposição:

- *Odean (1998) = $PGR = 0.148 / PLR = 0.0098$;*
- *Frydman et al (2014) = $PGR = 0.412 / PLR = 0.187$ e média $PGR-PLR = 0.0225$.*

A diferença entre os indivíduos sem experiência e com experiência no que tange à exibição do efeito disposição também é consistente com a conclusão de Odean (1998), de que os investidores individuais sem experiência prévia parecem ser especialmente mais

vulneráveis a ocorrência desse viés cognitivo (BEN-DAVID; HIRSHLEIFER, 2012).

Feng e Seasholes (2005) argumentam que a força do efeito disposição tende a diminuir em investidores individuais com experiência (*sophistication*). Esse argumento está em linha com os resultados encontrados e apresentados em Da Costa Jr. et al., 2008a, em que à medida que um indivíduo apresenta experiência prévia, o efeito disposição tende a diminuir. Feng e Seasholes (2005) examinaram se a *sofisticação* de investidores individuais e o fator experiência (LIST, 2003; BODNARUK; SIMONOV, 2012), quando combinados, atenuam ou até mesmo eliminam a influência dessa ilusão cognitiva no tomador de decisão individual em negociações econômicas (KAUSTIA; ALHO; PUTTONEN, 2008). Eles, Feng e Seasholes (2005), utilizaram o nível de diversificação do portfólio (*level of sophistication*) para mensurar e classificar a sofisticação de investidores individuais (KAUSTIA et al., 2013).

4.5.1 – Teste da Predição Comportamental viés reversão à média (*mean-reversion*)

Outra explicação proposta para o efeito disposição é que os investidores acreditam que os movimentos de preços de ações tendem a reverter à média (ANDREASSEN; 1988; ODEAN 1998; CHOE, KHO e STULZ, 1999; GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; VLCEK; WANG, 2008; BALKANSKA, 2009). No entanto, tais crenças implicam uma tendência geral por parte dos investidores em negociar com a oposição a movimentos de preços de ações, em vez de uma tendência a negociar especificamente em uma ação que o investidor já possui. Além disso, a crença na reversão à média é inconsistente com a evidência de compra adicional na sequência de aumentos de preços. Finalmente evidências experimentais se opõem a essa explicação (KADOUS; TAYLER; THAYER; YOUNG, 2012). Para Rangelova (2001) o viés cognitivo do efeito disposição não parece ser resultado da Teoria do Prospecto.

Goulart et al. (2013) predefiniram a tendência de alta ou baixa para alguns preços dessas ações e utilizaram a restrição descrita acima

para afastar a hipótese da *reversão à média* (WEBER; CAMERER, 1998; GOULART et al., 2013).

No entanto, a partir de alguns resultados observados, como a tendência de o investidor vender quando se chega perto de um ganho de capital nulo e a tendência de manter em carteira ações que vêm obtendo bom desempenho mas que ainda se encontram abaixo do preço de compra, que seria o ponto de referência da TP, Kaustia (2010) não descarta a possibilidade de explicações comportamentais para a ocorrência do ED, como a contabilidade mental, aversão ao arrependimento ou autoengano.

Tabela 19. Experiência/Reversão à média (*Mean-Reversion*)

	Nível do fator experiência prévia no mercado de capitais dos sujeitos (F_{exp})	Aumento do preço em $t - 1$ (%) (Gain)	Diminuição (queda) do preço em $t - 1$ (%) (Loss)
	Compras no período de tempo t	Total	50.00	50.00
$F_{exp} = 0$ anos		88.10 (-0.2461)	59.52* (-1.5511)
$F_{exp} \geq 0$ anos		11.90** (-2.64)	40.48** (3.0238)

Nota: Para verificar a existência de reversão à média, testamos se os sujeitos compram ações mais derrotadas (L) do que vencedoras (G). Os coeficientes em negrito representam o resultado para a estatística t .

* p -valor < 0.10 ** p -valor < 0.05

Em outras palavras, ao contrário da hipótese de reversão à média, as mudanças de preços recentes não predizem significativamente a decisão de vender. Em resumo, então, tanto o comportamental como o neural colocam em dúvida a hipótese *mean-reversion* (FRYDMAN et al., 2014).

Para testar o efeito disposição através de dois pontos de referência (WEBER; CAMERER, 1998) e também investigar se a crença na reversão à média no período t e $t - 1$ (BARBERIS e HUANG, 2001) é um tipo de comportamento exibido pelos sujeitos

participantes, estimou-se o seguinte modelo logístico com efeito mistos. De acordo com o pressuposto básico predito pela hipótese de reversão à média, as mudanças de preços recentes podem prever significativamente as decisões dos investidores individuais para vender ou manter uma ação “S” qualquer em carteira (FRYDMAN et al., 2014):

$$\begin{aligned} \text{propensity } Sell_t = & \text{constant} + \beta_1^{Hz} I_{dec}(t) I_{gan.cap.}(t) (p_t - c_t) \\ & + \beta_2^{Hz} I_{dec}(t) I_{gan.cap.}(t) I_{sell}(t) + \beta_3^{Hz} I_{dec}(t) I_{per.cap.}(t) \\ & + \beta_4^{Hz} \text{controls} + \varepsilon(t) \end{aligned} \quad (41)$$

em que:

I_{dec} : é uma função indicadora ou função característica que indica uma oportunidade para vender o ativo s ($s - \mathbf{Stock}$);

$I_{gan.cap.}$: é uma função indicadora ou função característica que expressa uma oportunidade de venda com um ganho de capital - ($s - \mathbf{Stock}$);

$I_{per.cap.}$: é uma função indicadora ou função característica que expressa uma oportunidade de venda com uma perda de capital - ($s - \mathbf{Stock}$);

I_{sell} : é uma função indicadora ou função característica que representa a retenção ou manutenção do ativos ($s - \mathbf{Stock}$) em carteira;

$p_t - c_t$: : é a variável que denota um ganho de capital;

Desse modo, a inversão do efeito disposição ocorre quando os investidores podem atribuir a culpa aos outros e sugere que o desejo de manter a autoestima é um fator-chave do efeito (CHANG; SOLOMON; WESTERFIELD, 2014; HIRSHLEIFER, 2014). Outras possíveis explicações derivam da característica dupla de preferência risco de teoria do prospecto; Barberis & Xiong (2009) apontam limitações dessa abordagem, enquanto Henderson (2012) e Li & Yang (2013) descrevem as condições sob as quais a explicação teoria do prospecto pode trabalhar.

Além disso, se considerada a curva-V empírica – “empirical *V-shape*” (TVERSKY; KAHNEMAN, 1992; BARBERIS; XIONG, 2009) –, em que a probabilidade de comprar e vender um ativo apresenta-se como função-valor (utilidade) de ganhos ou perdas, sugere que realização de utilidade – *Realization Utility Theory* (BARBERIS; XIONG, 2012; INGERSOLL; JIN, 2013) – não é a motivação principal

para as decisões de venda de modo geral (BEN-DAVID; HIRSHLEIFER, 2012).

A tabela 19 mostra investidores inexperientes/iniciantes que fazem 88% de suas compras de ações após os ativos apresentarem elevação do seu preço em relação a $t - 1$. Isto é, esses sujeitos julgam e acreditam que o aumento do preço observado tenderá a persistir no futuro. Logo, pode-se inferir que alterações de preços entre as ações estudadas mostram autocorrelação positiva. Todavia, os indivíduos investidores profissionais demonstram um comportamento fortemente consistente com o viés da reversão à média (*mean-reversion*) – autocorrelação negativa.

4.6 AVALIANDO OS RESULTADOS

Os resultados dos ensaios experimentais empíricos (*lab experiments*) foram examinados em conformidade com os procedimentos descritos no “International Protocol for the Design, Conduct and Interpretation of Method-Performance Studies”. Desse modo, procurou-se observar e considerar:

4.6.1 Parâmetros de Fidelidade (BAGOZZI; YI, 1988)

O método analítico da testabilidade para hipóteses empíricas num universo finito = abordagem metodológica matemático-científica robusta, analítica, que permite a construção de argumentos lógico-proposicionais, em que os resultados estão suscetíveis à credibilidade de prova demonstrativa, a respeito da consistência axiomática sobre a suposição de veracidade ou falseabilidade matemática, bem como a elaboração de inferências analíticas (*modus ponendo ponens*²³) e provas empíricas, com base em propriedades lógicas, analíticas e matemáticas axiomáticas (FRIEDMAN, 1953; MCCLOSKEY, 1983).

4.6.2 O coeficiente de confiabilidade

²³Em Lógica Proposicional, o termo *modus ponendo ponens* é uma regra (*rule of conditional, of implication, or-elimination proof*) de implicação e inferência lógico-matemática e uma forma/método de argumento válida e consistente. Numa tradução livre, do latim (*Mōdōs pōv, nēnz*): “método de dedução natural que, ao afirmar, afirma”. (FRIEDMAN, 1953; MCCLOSKEY, 1983)

O objetivo de estimar a confiabilidade é determinar o quanto da variabilidade nos resultados dos testes é devido a erros de medição e quanto é devido à variabilidade nos valores verdadeiros.

Em casos de *modus ponens* assumimos como premissas que $p \rightarrow q$ é verdadeira e p é verdade. Apenas uma linha da verdade de mesa, o primeiro, satisfaz essas duas condições (p e $p \rightarrow q$). Nessa linha, q também é verdadeiro. Portanto, sempre que $p \rightarrow q$ é verdadeira e p é verdadeiro, q deve ser também verdadeiro.

4.6.3 Precisão Interlaboratorial

Um valor de Horrat de 1 indica, em geral, uma precisão interlaboratorial satisfatória; um valor superior a 2 indica, também em geral, uma precisão não satisfatória, isto é, uma precisão demasiado variável, por motivos analíticos ou devido ao fato de a variação obtida ser superior à estimada para o método utilizado. O valor Horrat é também calculado e utilizado para determinar a precisão intralaboratorial.

4.6.4 Repetibilidade

Foram efetuados cálculos de repetibilidade (r) e de reprodutibilidade (R), definidas pelo protocolo, dos resultados remanescentes após a eliminação dos valores aberrantes. Quando da avaliação de um novo método, é frequente não se observar um método de referência validado ou método regulamentar para a comparação dos critérios de precisão; desse modo, a comparação dos dados de precisão obtidos nos ensaios de colaboração interlaboratorial baseia-se em níveis de precisão “estimados”. Estes últimos são calculados com base na fórmula de Horwitz. A comparação dos resultados de ensaios com os níveis previstos indica se o método é suficientemente preciso para o teor de analito determinado. O valor previsto de Horwitz é calculado pela fórmula do mesmo nome.

4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

É importante considerar a crescente aceitação do campo de estudos das Neurofinanças (FRYDMAN et al., 2014) e da Neuroeconomia (BERNHEIM, 2009), por incorporarem numerosas variáveis tais como as biológicas (DA Da Silva et al., 2013) e psicofisiológicas (HIRSHLEIFER, 2014), enquanto fatores/parâmetros exógenos e endógenos (HIRSHLEIFER; SUBRAHMANYAM; TITMAN, 2006), alternativos, como elementos ou fontes importantes que podem afetar significativamente o comportamento dos preços das ações (SHILLER, 2014) e a atividade de negociação no mercado de capitais (HIRSHLEIFER, 2001), bem como afetar a tomada de decisão de investimentos financeiros do investidor individual (pessoa física) (BURSZTYN, 2014).

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente seção tem por objetivo sintetizar a inquietação central que motivou a construção de um argumento na presente tese: testar a hipótese básica de as variáveis psiconeurofisiológicas estudadas serem fatores determinantes para o surgimento ou ocorrência do viés efeito disposição. Por fim, considera-se observar oportunas e potenciais sugestões para a realização de estudos futuros.

5.1 RESPONDENDO ÀS QUESTÕES CENTRAIS

De acordo com Macedo Jr. (2003), um maior entendimento sobre os desvios comportamentais e emocionais (ilusões cognitivas), bem como uma melhor compreensão acerca da tomada de decisão, pode ajudar o investidor individual a melhorar os seus julgamentos, decisões e minimizar as perdas financeiras. Nessa perspectiva, Frydman et al. (2014) argumentam que as pessoas podem exercitar o cérebro e seus comportamentos para ter as habilidades necessárias a fim de evitar perdas e decisões emocionais. Segundo os autores, os seres humanos são capazes de treinar e desenvolver o cérebro, a lógica e as capacidades tática e estratégica, habilidades importantes para melhorar o retorno financeiro final absoluto e o desempenho particular nas tomadas de decisões econômicas de curto prazo. Sendo assim, as perguntas a serem respondidas por este trabalho estão apresentadas a seguir.

Cabe ressaltar então que este estudo esforça-se para contribuir com a área de Finanças e Economia em duas frentes. Uma delas é a contribuição teórica, procurando colaborar e avançar na exploração de um novo campo científico, o das Neurofinanças, ainda incipiente, propondo-se a investigar alguns fatores biológicos por meio da aquisição de dados neurofisiológicos e fisiológicos simultaneamente, o que pode determinar a ocorrência do efeito disposição nos seres humanos. A outra frente busca contribuir de forma inédita e dar um passo à frente também em relação às descobertas evidenciadas nos estudos anteriores, na medida em que esta pesquisa propõe verificar a causalidade e não somente a relação entre VFC e desempenho cognitivo em seres humanos.

Quanto à contribuição prática, a pesquisa pretende colaborar no mapeamento e na descrição e prescrição do real comportamento humano frente a decisões financeiras arriscadas, almejando a minimização da influência das ilusões cognitivas e de possíveis perdas financeiras (BRUGUIER et al., 2010; FRYDMAN et al., 2014). Espera-se que com o monitoramento e controle das ondas cerebrais e da variabilidade cardíaca os tomadores de decisões possam melhorar suas escolhas financeiras e estejam menos suscetíveis às ilusões cognitivas que afetam o comportamento humano.

Ao longo das últimas décadas, a partir da integração de novos conhecimentos, técnicas e ferramentas metodológicas alternativas à teoria econômica, nativas de outras áreas de estudos científicos, como as Neurociências, a Psicologia e a Neurologia, bem como aos modelos de comportamento econômico e financeiro, surge o novo campo de estudos interdisciplinar: as Neurofinanças (paradigma emergente).

A incorporação de novos mecanismos subjacentes e fatores como os de origem neurofisiológica, psicológica e biológica, ligados às emoções, ofereceu a possibilidade de um melhor entendimento sobre as raízes das anomalias comportamentais, bem como apresentou uma expectativa potencial de maior grau de explicação para os modelos de previsão de tomada de decisão e descrição sobre como, de fato, originam-se tais tendências comportamentais (BARBERIS; XIONG, 2012; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013), desvios sistemáticos ou, ainda, as assimetrias de comportamento nos agentes econômicos cognominados por vieses cognitivos, ilusões cognitivas ou anomalias comportamentais nos agentes econômicos (BECHARA; DAMÁSIO, 2005; FRYDMAN et al., 2014).

Nesse sentido, os estudos em Neurofinanças procuram, entre outras finalidades, responder a questões como: o que acontece no cérebro humano quando ocorre uma decisão? Como ocorre o processo decisório humano? Quais estruturas neurofisiológicas e fisiológicas são acionadas no momento em que acontece a decisão? Existe relação estatisticamente significativa entre elas? Quais as consequências das decisões humanas quando influenciadas por heurísticas, vieses e ilusões cognitivas? E ainda: é possível educar neurologicamente e fisiologicamente os seres humanos para melhorar a tomada de decisão?

Nesse contexto, o viés cognitivo do efeito disposição, que se refere à propensão ou disposição de investidores individuais para vender ações com ganho de capital rapidamente e manter em suas carteiras de investimentos, por longos períodos de tempo, *stocks* com registro de perdas (SHEFRIN; STATMAN, 1985), tornou-se elemento comum de investigação científica entre sucessivas correntes teóricas no campo das Finanças e da Economia. E também um dos principais objetos de estudo para o paradigma emergente, em que, com base em consistentes evidências empíricas alcançadas (FRYDMAN et al., 2014), apresenta-se como um modelo de contraposição à racionalidade (*behavior finance*), de modo que aceita a hipótese de existência de restrições axiomáticas (CAMERER, 2013) e de inconsistência teórica em relação aos pressupostos básicos (SHEFRIN, 2010) postulados pelo paradigma dominante (TUE) no contexto da teoria da tomada de decisões.

Entretanto, apesar do substancial avanço teórico alcançado pelo paradigma emergente (*behavior finance, prospect theory*) no contexto da teoria da tomada de decisão, apresentado pela literatura das áreas de finanças e economia, observa-se a existência de lacunas teóricas, sugerindo a possibilidade de algum grau de imprecisão da teoria econômica, e aos modelos de comportamento construídos com base nela. Dentre os estudos recentes apresentados na literatura, com foco direcionado a abordagens subjetivas, alternativas, que possibilitem a elaboração de novas teorias e modelos do comportamento econômico, pode-se citar as pesquisas desenvolvidas por: Grinblatt e Keloharju (2001), Barberis e Xiong (2009), Kaustia (2010), Barberis e Xiong (2012), Shefrin; Statman, 1985; Odean, 1998; Barber; Odean, 1999; Grinblatt; Han, 2002; Sun; Hsiao, 2006), entre outros.

Desse modo, a partir da crescente evolução dos estudos da economia experimental e apresentação de consistentes evidências empíricas, em que pese a possibilidade de apresentar maior grau de poder descritivo-explicativo sobre o surgimento do viés cognitivo do efeito disposição, bem como uma ampliação do entendimento e melhor compreensão dos elementos de natureza psiconeurofisiológica, de origem interna ou de ordem exógena, relacionados às estruturas cognitivas neurais e aos mecanismos psicológicos subjacentes (às emoções) responsáveis por formar as preferências reveladas em nível individual no processo de tomada de decisão de investimentos financeiros, como fatores determinantes, subjetivos, das inconsistências de comportamento econômico axiomáticas (anomalias cognitivas)

preditas pelo paradigma dominante (TUE) no contexto da teoria de tomada de decisão.

Com base em consistentes evidências empíricas em relação à ampliação do entendimento e melhor compreensão sobre os fatores determinantes das anomalias comportamentais e maior grau de poder descritivo-explicativo relativo às raízes subjetivas que motivam o surgimento do viés cognitivo do efeito disposição, as questões principais de pesquisa desta tese foi saber se (i) a variabilidade da frequência cardíaca (variável psicofisiológica) e as ondas cerebrais *alfa* ou *beta* (variável neurofisiológica) são fatores determinantes para o surgimento do efeito disposição (LO; REPIN, 2002; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013; FRYDMAN et al., 2014; GOULART et al., 2013); e (ii) que fatores subjetivos ou elementos de mecanismos psicológicos subjacentes relacionados às estruturas cognitivas neurais e aos mecanismos psicológicos subjacentes (às emoções) explicam e afetam a propensão a vender um ativo *loser* presente num portfólio de investimentos financeiros (KAUSTIA, 2010a; BARBERIS; XIONG, 2009, 2012).

Contudo, além de buscar responder a essas perguntas principais, que nortearam a presente pesquisa e inquietam pesquisadores e profissionais do mercado financeiro e de capitais há décadas, procurou-se investigar e responder a outras quatro inquietações complementares: **a)** Quando os indivíduos apresentam maior coeficiente de efeito disposição (*disposition effect*) em decisões econômicas (ODEAN, 1998; KAUSTIA, 2010a), qual o comportamento psiconeurofisiológico (características intrínsecas ao ser humano) predominante?; **b)** Qual o comportamento predominante (padrão) dos sinais neurofisiológicos e fisiológicos nos sujeitos que apresentam melhor e maior retorno percentual absoluto final obtido no experimento? (LO; REPIN, 2002; FRYDMAN et al., 2014; INGERSOLL; LAWRENCE, 2013); **c)** Quais variáveis explanatórias (neurofisiológicas; psicofisiológicas, como evitar arrependimento, autodecepção; o valor do portfólio do investidor; o ganho ou a perda de capital em relação ao preço de compra; entre outras) são fatores motivadores e podem influenciar na propensão (probabilidade) de um indivíduo a vender, comprar ou manter um ativo em relação ao preço de compra – efeito disposição (TP)? **d)** Quais dessas variáveis supramencionadas apresentam e fornecem maior poder de explicação (significância estatística) para a ocorrência do efeito disposição? (ODEAN; BARBER, 2011; GRINBLATT; KELOHARJU,

2001; BARBERIS; XIONG, 2009; KAUSTIA, 2010; FRYDMAN et al., 2014; DA SILVA et al., 2013).

À luz desses questionamentos, esta tese apresentou uma importância diferenciada e objetiva contribuir com a teoria econômica (a exemplo da Teoria da Tomada de Decisão sob Risco) e também com os estudos das Finanças Comportamentais de duas formas e frentes: a primeira é a contribuição *teórico-incremental*, na medida em que procura avançar em um tema cujas pesquisas são incipientes e está pautada no ineditismo. Desse modo, em relação aos objetivos geral e específicos inicialmente estabelecidos para o desenvolvimento e construção linear desta tese, e com base nas evidências empíricas encontradas, apresentam-se no Quadro 3, a seguir, os resultados relacionados a tais objetivos de pesquisa.

QUADRO 3 – Resumo dos Objetivos Geral e Específicos e Resultados

OBJETIVOS Perspectiva Positivista	DESCRIÇÃO Científica Observada	RESULTADOS EMPÍRICOS ALCANÇADOS
Geral	Testar, a partir de uma simulação computacional de compra e venda de ações em laboratório, se características neurais (ondas <i>alfa</i> e <i>beta</i>) e psicofisiológicas (variabilidade da frequência cardíaca – VFC) são fatores, aspectos biológicos, determinantes para o surgimento do efeito disposição.	ATINGIDO
	Identificar o perfil de comportamento neuropsicofisiológico dos participantes da pesquisa quando detectada a influência do efeito disposicionais decisões (FRYDMAN et al., 2014);	ATINGIDO
	Mensurar as características neurofisiológicas e fisiológicas dos participantes da simulação	ATINGIDO

Específicos	computacional de investimentos que apresentam ou produzem os melhores resultados financeiros durante o processo de tomada de decisão (LO; REPIN, 2002; GOULART et al., 2014);	
	Examinar se a alta variabilidade cardíaca – VFC – (indicador: intervalos R-R) e a predominância de ondas <i>beta</i> nos participantes da simulação computacional de investimentos produzem melhor desempenho indicado pelo retorno percentual absoluto final obtido no experimento durante o processo de tomada de decisão;	ATINGIDO
	Avaliar se aspectos neurofisiológicos e fisiológicos podem originar o efeito disposição (GOULART et al., 2014).	ATINGIDO
	Comparar o comportamento de venda de indivíduos, estudantes e investidores profissionais, em ambiente controlado de laboratório.	ATINGIDO

Nesse sentido, esta tese avança em relação às primeiras contribuições para o jovem campo de estudos científicos das Neurofinanças, em que se forneceram consistentes evidências empíricas, importantes para examinar a relação causal entre correlatos neurais e psicofisiológicos e o processo de tomada de decisão, julgamento ou escolha em investimentos financeiros de curto prazo (LO; REPIN, 2002; KUHNEN; KNUTSON, 2005.; KNUTSON ET AL, 2008; BOSSAERTS; PAYZAN-LE NESTOUR; 2014; KUHNEN, 2014; DE MARTINO ET AL., 2013; SMITH ET AL., 2014; GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; BARBERIS; XIONG, 2009; KAUSTIA, 2010; FRYDMAN ET AL., 2014; DA SILVA et al., 2013; CAMERER, 2013).

Assim, os procedimentos metodológicos adotados para realizar os testes empíricos relacionados às hipóteses centrais estão delineadas no capítulo 3. A hipótese nula (H_0) desta tese é caracterizada como uma hipótese composta, em que está fundamentada na Teoria da Utilidade Esperada, e a condição de aceitação para a proposição zero (H_0) estava diretamente relacionada à rejeição, obrigatória, das proposições alternativas, isto é, a aceitação de (H_0) implicaria, necessariamente, a rejeição das hipóteses (H_1), (H_2), (H_3), (H_4) e (H_5). São apresentadas e descritas no quadro 4, em que se procura avaliar e comentar as análises posicionais e inferências elaboradas.

QUADRO 4 – Resumo dos Testes de Hipóteses e Resultados

HIPÓTESES ESTATÍSTICAS <i>(parâmetro θ sob H_0)</i>	CONDIÇÃO DE ACEITAÇÃO	RESULTADOS EMPÍRICOS EXPERIMENTAIS <i>($R_\alpha \delta \subset R_{\alpha'},$ para qualquer $\alpha < \alpha'$)</i>
H_1: os tomadores de decisão, indivíduos inexperientes e investidores profissionais, sofrerão influência dos fatores psiconeurofisiológicos	Deverá ocorrer um comportamento econômico e de tomada de decisão tendencioso e inconsistente com o modelo racional predito pela TUE (<i>Homo economicus</i>).	Aceita/Confirma

<p>(emoções) e apresentarão a ocorrência do viés cognitivo do efeito disposição em decisões de investimento financeiro de curto prazo.</p>	<p>O valor esperado para um investimento racional deve ser igual a -0.76. Valor obtido a partir da metodologia de cálculo proposta por Odean (1998) para investigar a exibição ou existência do viés cognitivo do efeito disposição em decisões de investimento financeiro; nesse caso, espera-se que o resultado da equação: $CD = PGR - PPR$ seja igual a -0.76. Por outro lado, espera-se que o valor dessa medida para um indivíduo afetado por esse viés cognitivo seja superior a -0.76.</p>	<p>Aceita/Confirma</p>
--	--	-------------------------------

<p>H₂: existe diferença estatisticamente significativa entre o comportamento econômico apresentado por investidores profissionais e os indivíduos sem experiência; isto é, há uma relação linear direta (correlação positiva) entre as atividades elétricas neural e cardíaca (fatores psiconeurofisiológicos) e a ocorrência do viés efeito disposição.</p>	<p>Deverá haver diferença significativa e inconsistente em relação ao modelo de comportamento econômico e tomada de decisão racional, predito pela teoria econômica dominante de análise de tomada de decisão, julgamento ou escolha sob risco, a TUE.</p>	<p>Aceita/Confirma</p>
<p>H₃: existe diferença estatística significativa da atividade elétrica psiconeurofisiológica de investidores profissionais e indivíduos inexperientes de acordo com o resultado financeiro final (desempenho decisório e resultado econômico) apresentado na simulação.</p>	<p>Deverá haver diferença significativa e inconsistente em relação ao modelo de comportamento econômico e tomada de decisão racional, predito pela teoria econômica dominante de análise de tomada de decisão, julgamento ou</p>	<p>Aceita/Confirma</p>

	escolha sob risco, a TUE.	
H₄ : existe diferença significativa no comportamento psico- neurofisiológico de investidores profissionais e indivíduos inexperientes de acordo com a ocorrência do viés efeito disposição.	Deverá haver diferença significativa e inconsistente em relação aos axiomas e pressupostos básicos postulados pela teoria de reversão à média.	Aceita/Confirma
H₅ : a propensão a vender um ativo (<i>variável resposta</i>) <i>perdedor</i> rapidamente pode ser expressa como uma função linear de todas as variáveis de controle ou explicativas aplicadas nos modelos de regressão logística (<i>logit</i>) com dados em painel.	Deverá haver diferença significativa e inconsistente em relação ao modelo de comportamento econômico e tomada de decisão racional, predito pela teoria econômica dominante de análise de tomada de decisão, julgamento ou escolha sob risco, a TUE.	Aceita/Confirma
H₀ : os fatores psiconeurofisiológicos não se mostrarão elementos determinantes para o	Para comprovar e aceitar essa hipótese nula, as cinco hipóteses alternativas	

<p>surgimento do efeito disposição em nível individual; de modo que, sem exceção, os tomadores de decisão apresentarão um comportamento econômico e de escolha racional predito e prescrito pelo paradigma dominante (TUE), e portanto não exibirão ou serão afetados pelo viés cognitivo do efeito disposição. De outro modo, a Teoria da Utilidade Esperada descreverá melhor o comportamento dos investidores individuais quando concorrente com a <i>Prospect Theory</i>.</p>	<p>deverão ser obrigatoriamente rejeitadas: 1) não deverá haver uma dif. Deverá ocorrer um comportamento econômico e de tomada de decisão tendencioso e inconsistente com o modelo racional predito pela TUE (<i>Homo economicus</i>); 2) O valor esperado para as decisões de investimento financeiro do investidor individual é igual a -0.76. 3) Não deverá haver diferença significativa e inconsistente em relação ao modelo de comportamento econômico e tomada de decisão racional, predito pela teoria econômica dominante de análise de tomada de</p>	<p style="text-align: center;">REJEITA</p> <p style="text-align: center;"><i>Obs.: a rejeição da hipótese nula está fundamentada na regra de inferência Tollens modus tollendo, nativa do campo de estudos científicos da Lógica Proposional.</i></p>
---	--	--

decisão, julgamento ou escolha sob risco, a TUE.

Em conclusão, os resultados empíricos alcançados conduziram à aceitação das hipóteses alternativas (H1), (H2), (H3), (H4) e (H5), e por via de consequência à rejeição da hipótese básica ou nula (H0).

Desse modo, portanto, para testar as hipóteses postuladas pela presente tese definiram-se consistentes procedimentos metodológicos estruturados e que foram propostos por esta pesquisa para estudar e verificar possíveis tendências comportamentais do investidor individual (agente econômico) a partir de uma simulação computacional de investimentos com compra e venda de ações em ambiente de laboratório, assim como para testar a hipótese básica desta pesquisa, a saber, de que as variáveis neurofisiológicas e fisiológicas estudadas são fatores determinantes para o surgimento do efeito disposição (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979; SHEFRIN; STATMAN, 1985; ODEAN, 1998; WEBER; CAMERER, 1998).

Nesse contexto científico, os resultados empíricos alcançados por esta tese demonstram forte grau de consistência metodológica e científica com base no *princípio da parcimônia*, e como dados neurais gerados na ausência de escolha podem ser usados para distinguir entre teorias concorrentes de tomada de decisão financeira (FRYDMAN et al., 2014). Objetivou-se, assim, contribuir com a área de Finanças e Economia em duas frentes. Uma delas é a contribuição teórica, procurando colaborar e avançar na exploração de um novo campo científico ainda incipiente, o das Neurofinanças, propondo-se a investigar alguns fatores biológicos por meio da aquisição de dados neurofisiológicos e fisiológicos simultaneamente, o que pode determinar a ocorrência do efeito disposição nos seres humanos. A outra frente busca contribuir de forma inédita e dar um passo à frente também em relação às descobertas evidenciadas nos estudos anteriores, na medida

em que esta pesquisa propõe verificar a causalidade e não somente a relação entre VFC e desempenho cognitivo em seres humanos.

Quanto à contribuição prática, a pesquisa pretende colaborar no mapeamento e na descrição e prescrição do real comportamento humano frente a decisões financeiras arriscadas, almejando a minimização da influência das ilusões cognitivas e de possíveis perdas financeiras (BRUGUIER et al., 2010; FRYDMAN et al., 2014). Espera-se que com o monitoramento e controle das ondas cerebrais e da variabilidade cardíaca os tomadores de decisões possam melhorar suas escolhas financeiras e estejam menos suscetíveis às ilusões cognitivas que afetam o comportamento humano.

Desse modo, com a construção desta tese acredita-se que seja possível contribuir também com a interdisciplinaridade teórica e o aprofundamento do conhecimento e do entendimento sobre o comportamento humano frente a decisões que envolvam riscos. É importante esclarecer que não se conjectura esgotar o arcabouço teórico a respeito do tema, mas sim cooperar e instigar novas pesquisas e novos conhecimentos sobre as origens e causas do efeito disposição.

5.2 O VIÉS COGNITIVO: EFEITO DISPOSIÇÃO

A partir do exposto no capítulo 4, seção destinada à descrição e evidenciação dos resultados empíricos alcançados em relação ao viés cognitivo do efeito disposição, que se refere à propensão ou disposição de investidores individuais para vender ações com ganho de capital rapidamente e manter suas carteiras de investimentos, por longos períodos de tempo, *stocks* com registro de perdas (SHEFRIN; STATMAN, 1985), pode-se inferir que as variáveis psiconeurofisiológicas estudadas nesta tese são fatores potenciais de influência na determinação do surgimento do efeito disposição, bem como para averiguar o poder de explicação dessas variáveis em relação às violações dos axiomas básicos preditos pela TUE, considera-se o método de regressão linear múltipla (modelo de regressão logística ou *logit*) (McCULLAGH; NELDER, 1989; GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; SKRONDAL; RABE-HESKETH, 2009; Da Silva et al., 2013; GOULART et al., 2013).

As propostas dos três ensaios de economia experimental formulados para testar e investigar a principal proposição inferencial de

efeito disposição oposto/reverso extremo nesta tese contemplam analisar o comportamento de venda de ativos e também a relação existente entre o volume de negociação e os retornos previamente obtidos pelos investidores. No entanto, como sugestão para complementar este trabalho, é possível também analisar o comportamento de compra dos investidores no ensaio experimental e também no ensaio com dados reais de investidores do mercado. Uma vez que o excesso de confiança reflete em altos volumes de negociação, ele contempla tanto operações de compra quanto de venda de ativos. O efeito disposição, por sua vez, está relacionado com o comportamento de venda de ativos. Portanto, para complementar a análise do efeito disposição no nível do indivíduo, torna-se relevante explorar como ocorre o comportamento de compra e de recompra de ativos.

A primeira proposta metodológica para estudar o efeito disposição baseia-se no método proposto por Odean (1998) para medir, verificar, avaliar e analisar a existência do efeito disposição e tem como base e referência o modelo proposto. Desse modo, somente se configuram a existência do fato empírico e a ocorrência do fenômeno efeito disposição (presença da anomalia) se, e somente se, a Proporção de Ganhos Realizados (PGR) for maior que a Proporção de Perdas Realizadas (PPR) no período analisado. Portanto, o indivíduo apresenta efeito disposição se, e quando, $PGR > PPR$ (ODEAN, 1998; FRYDMAN et al., 2014).

Contudo, de acordo com a Teoria da Realização da Utilidade, somente quando o valor de $PGR - PPR$ é maior que -0.76 é que o indivíduo recebe uma explosão (*burst*) de utilidade no cérebro (BARBERIS; XIONG, 2012; FRYDMAN et al., 2014). O resultado da subtração entre PGR e a PPR é denominado Coeficiente de Disposição (CD). Um CD positivo indica a presença do efeito disposição, pois o investidor realizou um percentual mais elevado de ganhos do que de perdas. Cabe ressaltar que a exibição do efeito disposição está associada às violações axiomáticas postuladas pela TUE.

No que tange ao segundo e terceiro ensaios propostos, para investigar e testar as hipóteses alternativas (H2), (H3) e (H4) definiu-se um modelo de regressão logística generalizado (GLM) para variáveis de dados binários, utilizado anteriormente em Grinblatt e Keloharju (2001), Barberis e Xiong (2009, 2012), Kaustia (2010), Grinblatt; Han (2002), entre outros. Nesse caso, os resultados esperados possíveis foram: a

propensão a vender (ocorrência do efeito disposição) e a propensão a manter um ativo (ausência do viés cognitivo). Em termos estatísticos, considerando o modelo de regressão logística ou *logit* e aceitando como verdadeira a predição de que a variável categórica efeito disposição corresponde à variável dependente ou variável resposta Y_i , rejeita-se a hipótese nula (H_0). (GRINBLATT; KELOHARJU, 2001; KEMP, 2003; MONTGOMERY, 2008; GUJARATI; PORTER, 2011).

5.3 RECOMENDAÇÕES

Nesse contexto, uma sugestão de pesquisa a ser desenvolvida na continuação desta tese é uma análise mais ampla, inserindo novas variáveis subjetivas biológicas aos modelos econômicos existentes atualmente, assim como a estruturação de análises inferenciais a partir de subperíodos experimentais, procurando identificar potenciais mudanças históricas nas relações entre as inconsistências e assimetrias de comportamento econômico humano e as teorias de tomada de decisão sob risco concorrentes.

Experimentos futuros são necessários para testar outras hipóteses e tentar contribuir com o avanço do conhecimento científico e a teoria econômica. O entendimento pleno sobre os vieses cognitivos em suas diversas aplicações ainda está longe de ser esgotado.

Contudo, estudos de economia experimental a serem ainda desenvolvidos podem corroborar os resultados apontados nesta pesquisa ou discordar deles. Ademais, podem examinar em estudos o efeito disposição a partir de uma população mais abrangente pela limitação da amostra desta pesquisa. Ainda com base nas limitações deste estudo sugerem-se novas pesquisas com:

- maior abrangência territorial;
- miscigenação de corretores profissionais e alunos de graduação em grupos experimentais;
- ou também um número maior de propriedades.

Enfim, o objetivo principal desta tese foi investigar a possibilidade de apresentar uma estimativa sobre um novo modelo de

comportamento econômico construído a partir do mapeamento das atividades neuropsicofisiológicas, mais adequado à realidade do agente econômico individual, que constantemente precisa fazer escolhas e julgamentos financeiros rapidamente e baseados num raciocínio matemático lógico.

Desse modo, a partir da elaboração deste mapa, comum modelo comportamental alternativo, subjetivo, de tomada de decisão de investimentos financeiros e comportamento econômico em que se revela a atividade cerebral sob diferentes estímulos, e a intensidade com que ela ocorre, os sujeitos podem utilizar os recursos de modulação cerebral para direcionar e sugerir a atividade cerebral adequada, oferecendo a possibilidade de melhorar as respostas para as escolhas e julgamentos formulados.

Espera-se, portanto, que o agente econômico em nível individual tenha a capacidade de identificar suas fragilidades e aprenda a modular suas reações, mantendo alinhadas as atividades biológicas de natureza psiconeurofisiológicas da respiração em relação ao ritmo ou oscilações dos batimentos cardíacos (frequência de ressonância) e deixando as funções biológicas em linha com o novo modelo de comportamento econômico, tentando prevenir, ou até mesmo evitar, potenciais assimetrias que conduzam a perdas monetárias ou grandes prejuízos financeiros.

REFERÊNCIAS

AGRESTI, A. **An Introduction to Categorical Data Analysis** Wiley-Interscience, 2007. v. 423.

ALAM, M. F.; TOMASI, E.; LIMA, M. S. D.; AREAS, R.; MENNA-BARRETO, L. Caracterização e distribuição de cronotipos no sul do Brasil: diferenças de gênero e estação de nascimento. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 57, n. 2, p. 83-90, 2008.

ALLAIS, M. Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école Américaine. **Econometrica**, v. 21, n. 4, p. 503-546, 1953.

ANDERSON, L. R.; MELLOR, J. M. Predicting health behaviors with an experimental measure of risk preference. **Journal of Health Economics**, v. 27, n. 5, p. 1260-1274, 2008.

ANDRADE, E. B.; ARIELY, D. The enduring impact of transient emotions on decision making. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v.109, n.1, p.1-8, 2009.

ANDRADE, E. B.; DA COSTA JR., N.; GOULART, M.; SANTOS, A.A.P. Hedging Against Embarrassment. In: EnANPAD, 37, 2013, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro: ANPAD, 2013.

ANDREASSEN, P. Explaining the price-volume relationship: the difference between price changes and changing prices. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 41, n. 3, p. 371-389, 1988.

ANDREASSI, J. L. **Psychophysiology: human behavior and physiological response**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.

APPELHANS, B. M.; LUECKEN, L. J. Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. **Review of General Psychology**, v.10, n.3, p.229, 2006.

ARAÑÑA, J. E.; LEÓN, C. J. Do emotions matter? Coherent preferences under anchoring and emotion effects. **Ecological Economics**, v.66, p.700-711, 2008.

ARELLANO, Manuel; BOND, Stephen. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The review of economic studies**, v. 58, n. 2, p. 277-297, 1991.

ARIELY, D.; WERTENBROCH, K. Procrastination, deadlines and performance: self-control by precommitment. **Psychological Science**, v. 13, p.219-24, 2002.

ARIELY, Dan; HUBER, Joel; WERTENBROCH, Klaus. When do losses loom larger than gains?. **Journal of Marketing Research**, p. 134-138, 2005.

BAGOZZI, Richard P.; YI, Youjae. On the evaluation of structural equation models. **Journal of the academy of marketing science**, v. 16, n. 1, p. 74-94, 1988.

BAILEY, A. A.; HURD, P. L. Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. **Biological Psychology**, v. 68, p. 215-222, 2005.

BAJTELSMIT, V. L.; BERNASEK, A.; JIANAKOPOLOS, N. A. Gender differences in defined contribution pension decisions. **Financial Services Review**, v.8, n.1, p.1-10, 1999.

BAKER, H. K., NOFSINGER, J. R. Psychological biases of investors. **Financial Services Review**, v. 11, n. 2, p. 97-116, 2002.

BARBER, B. M.; LEE, Y. T.; LIU, Y. J.; ODEAN, T. Is the aggregate investor reluctant to realize losses? Evidence from Taiwan. **European Financial Management**, v. 13, n. 3, p.423-447, 2007.

BARBER, B. M.; ODEAN, T. Boys will be boys: gender, overconfidence, and common stock investment. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 116, n. 1, p. 261-292, 2001.

BARBER, B. M.; ODEAN, T. **The behavior of individual investors**. Working paper, Social Science Research Network. 2011.

BARBER, B. M.; ODEAN, T. The courage of misguided convictions. **Financial Analysts Journal**, p. 41-55, nov./dez. 1999.

BARBER, B. M.; ODEAN, T. Trading is hazardous to your wealth: The common stock investment performance of individual investors. **The Journal of Finance**, v. 55, n. 2, p. 773-806, 2000.

BARBERIS, N. C. Thirty years of prospect theory in economics: A review and assessment. **Journal of Economic Perspectives**. Working paper. 2013.

BARBERIS, N. Prospect Theory Applications in Finance. Working paper. 2012.

BARBERIS, N.; HUANG, M. Mental accounting, loss aversion, and individual stock returns. **The Journal of Finance**, v. 56, n. 4, p. 1247-1292, 2001.

BARBERIS, N.; HUANG, M.; SANTOS, T. Prospect theory and asset prices. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 116, n. 1, p. 1-53, 2001.

BARBERIS, N.; SHLEIFER, A.; VISHNY, R. A model of investor sentiment. **Journal of Financial Economics**, v. 49, p. 307-343, 1998.

BARBERIS, N.; XIONG, W. Realization Utility. **Journal of Financial Economics**, n. 104, p. 251-271, 2012.

BARBERIS, N.; XIONG, W. What drives the disposition effect? An analysis of a long-standing preference-based explanation. **Journal of Finance**, v.64, p. 751-784, 2009.

BARNETT, William A. Economic monetary aggregates an application of index number and aggregation theory. **Journal of Econometrics**, v. 14, n. 1, p. 11-48, 1980.

BARON-COHEN, S. The extreme male brain theory of autism. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 6, n. 6, p. 248-254, 2002.

BECHARA, A. et al. Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. **Science**, v. 275, n. 5304, p. 1293-1295, 1997.

BECHARA, A. et al. Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. **The Journal of Neuroscience**, v. 19, n. 13, p. 473-5481, 1999.

BECHARA, A.; DAMASIO, A.R. The somatic marker hypothesis and decision-making. **Games and Economic Behavior**, v. 52, n. 2, p. 336-372, 2005.

BECHARA, A.; DAMASIO, H.; DAMASIO, A. R. Role of the amygdala in decisionmaking. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 985, n.1, p. 356-369, 2003.

BEN-DAVID, I.; HIRSHLEIFER, D. Are investors really reluctant to realize their losses? Trading responses to past returns and the disposition effect. **Review of Financial Studies**, v. 25, n. 8, p. 2485-2532, 2012.

BENTHAM, Jeremy; MILL, John Stuart. (1973). *“The utilitarians.”* Garden City, New York: Anchor Press/Doubleday.

BENZ, M.; MEIER, S. Do people behave in experiments as in the field?— evidence from donations. **Experimental Economics**, v. 11, n. 3, p. 268-281, 2008.

BERNHEIM, B. Douglas. On the Potential of Neuroeconomics: A Critical (but Hopeful) **Appraisal. American Economic Journal: Microeconomics**, p. 1-41, 2009.

BERNOULLI, D. Exposition of a new theory on the measurement of risk. Tradução de Louise Sommer. **Econometrica**, v. 22, p. 23-36, 1954.

BERNTSON, G. G.; QUIGLEY, K. S.; LOZANO, D. A. V. E. Cardiovascular psychophysiology. In: **CACIOPPO, J. T.; TASSINARY, L. G.; BERNTSON, G. Handbook of Psychophysiology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

BHATT, M.; CAMERER, C. F. Self-referential thinking and equilibrium as states of mind in games: fMRI evidence. **Games and Economic Behavior**, v. 52, n. 2, p. 424-459, 2005.

BIANCHI, A. M., Da Silva FILHO, G. A. da. Economistas de avental branco: uma defesa do método experimental na Economia. **R. Econ. Contemp.**, v. 5, n. 2, p. 129-154, jul./dez. 2001.

BINMORE, K. Why experiment in economics? **Economic Journal**, v. 109, p. 16-24, 1999.

BLACK, Fischer. Estimating Expected Return. **Financial Analysts Journal**, v.51, n.1, p. 168-171, 1995.

BLOOMFIELD, R. Traditional Versus Behavioral Finance. **Behavioral Finance: Investors, Corporations, and Markets**, v. 6, p. 23, 2010.

BODNARUK, A.; SIMONOV, A. Do financial experts make better investment decisions? **Available at SSRN 2021501**, 2012.

BOSSAERTS, P. Experiments with financial markets: implications for asset pricing theory. **The American Economist**, v. 45, n. 1, p.17-32, 2001.

BOSSAERTS, P. What decision neuroscience teaches us about financial decision making. **Annual Review of Financial Economics**, v.1, n.1, p.383-404, 2009.

BOWMAN, D.; MINEHART, D.; RABIN, M. Loss Aversion in a Consumption-Savings Model, **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 38, n. 2, p. 155-178, 1999.

BREHM, Jack W.; COHEN, Arthur R. **Explorations in cognitive dissonance**. 1962.

BROOKS, A. M.; CAPRA, C. M.; BERNIS, G. S. Neural insensitivity to upticks in value is associated with the disposition effect. **NeuroImage**, v. 59, n. 4, p. 4086-4093, 2012.

BROWN, P.; CHAPPEL, N.; Da Silva ROSA, R.; WALTER, T. The reach of the disposition effect: large sample evidence across investor classes. **International Review of Finance**, v. 6, n. 1-2, p. 43-78, 2006.

BRUGUIER, A. J.; QUARTZ, S. R.; BOSSAERTS, P. Exploring the Nature of “trader intuition”. **Journal of Finance**, v.65, p.1703-1723, 2010.

BURSZTYN, Leonardo et al. Understanding Mechanisms Underlying Peer Effects: Evidence from a Field Experiment on Financial Decisions. **Econometrica**, 2014.

CACIOPPO, J. T.; TASSINARY, L. G.; BERNTSON, G. **Handbook of Psychophysiology**. Cambridge University Press, 2007.

CALVET, L. E.; CAMPBELL, J. Y.; SODINI, P. 2009. Fight or Flight? Portfolio Rebalancing by Individual Investors. **Quarterly Journal of Economics**, v.124, p.301-348. 2009.

CAMERER, C. F. Individual decision making. In: KAGEL, J. H.; ROTH, A. E. (Ed.), **Handbook of Experimental Economics** Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995.

CAMERER, C. F. Neuroeconomics: using neuroscience to make economic predictions. **The Economic Journal**, v.117, n.519, p. C26-C42, 2007.

CAMERER, C. F. Progress in behavioral game theory. **Journal of Economic Perspectives**, v. 11, n. 4, p.167-188, 1997.

CAMERER, C. F. Prospect theory in the wild: evidence from the field. In: KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. (eds.). **Choices, values and frames**. New York, Cambridge University Press, 2003.

CAMERER, C. F. The potential of neuroeconomics. **Economics and Philosophy**, v.24, n.3, p.369, 2008b.

CAMERER, C. F. Three cheers – psychological, theoretical, empirical – for loss aversion. **Journal of Marketing Research**, v. 42, n. 2, p.129-133, 2005.

CAMERER, C. F.; FEHR, E. Measuring social norms and preferences using experimental games: a guide for social scientists. **Foundations of human sociality: economic experiments and ethnographic evidence from fifteen small-scale societies**, p. 55-95, 2004.

CAMERER, C. F.; G. LOEWENSTEIN. **Behavioral economics: past, present, future**. advances in behavioral economics. New Jersey: Princeton University Press, 2004.

CAMERER, C. F.; HOGARTH, R. M. The effects of financial incentives in experiments: a review and capital-labor-production framework. **Journal of Risk and Uncertainty**, v. 19, n. 1-3, p. 7-42, 2005.

CAMERER, C.; LOEWENSTEIN, D.; PRELEC, D. Neuroeconomics: how neuroscience can inform economics. **Journal of Economic Literature**, v.43, p. 9-64, 2005.

CAMERER, C.F. Neuroeconomics: opening the gray box. **Neuron**, v.60, p.416-419, 2008a.

CAMERER, Colin F. Behavioral economics. **Current Biology**, v. 24, n. 18, p. R867-R871, 2014.

CAMERER, Colin F. Goals, Methods, and Progress in Neuroeconomics. **Annual Review of Economy**, v. 5, n. 1, p. 425-455, 2013.

CARLSON, B. W. Anchoring and adjustment in judgments under risk. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 16, n. 4, p. 665-676, 1990.

CHANG, Tom; SOLOMON, David H.; WESTERFIELD, Mark M. Looking for Someone to Blame: Delegation, Cognitive Dissonance, and the Disposition Effect. 2014.

CHEN, G.; KIM, K. A.; NOFSINGER, J. R.; RUI, O. M. Trading performance, disposition effect, overconfidence, representativeness bias, and experience of emerging market investors. **Journal of Behavioral Decision Making**, v.20, n.4, p.425-451, 2007.

CHOI, James J. et al. Reinforcement learning and savings behavior. **The Journal of finance**, v. 64, n. 6, p. 2515-2534, 2009.

CHORVAT, T. R.; MCCABE, K. Neuroeconomics and rationality. **Chicago-Kent Law Review**, v.80, n.3, p. 1235-1255, 2005.

CINLAR, E. **Probability and stochastics**. New York: Springer-Verlag, 2011. Disponível em: <<http://ebookbrowse.com/cinlar-e-probability-and-stochastics-springer-2011-pdf-d422186688>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

CLARKE, Christopher. Neuroeconomics and Confirmation Theory. **Philosophy of Science**, v. 81, n. 2, p. 195-215, 2014.

COAN, J. A.; ALLEN, J. J. B. Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. **Biological Psychology**, v. 67, n. 1, p. 7-49, 2004.

COHEN, J. D. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. New Jersey: Routledge Academic, 1988.

COHEN, J. D. Statistical power analysis. **Current directions in psychological science**, v. 1, n. 3, p. 98-101, 1992.

COHEN, J. D. The vulcanization of the human brain: a neural perspective on interactions between cognition and emotion. **The Journal of Economic Perspectives**, v.19, n.4, p.3-24, 2005.

COHEN, M.; JAFFRAY, J. Y.; SAID, T. Experimental comparison of individual behavior under risk and under uncertainty for gains and for losses. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 39, n. 1, p. 1-22, 1987.

COVAL, J. D.; SHUMWAY, T. Do behavioral biases affect prices? **The Journal of Finance**, v. 60, n. 1, p. 1-34, 2005.

COVAL, Joshua D.; MOSKOWITZ, Tobias J. Home bias at home: Local equity preference in domestic portfolios. **The Journal of Finance**, v. 54, n. 6, p. 2045-2073, 1999.

CRITCHLEY, H. D. et al. Cerebral correlates of autonomic cardiovascular arousal: a functional neuroimaging investigation in humans. **The Journal of Physiology**, v. 523, p.259-270, 2000.

CROSON, R.; GNEEZY, U. Gender differences in preferences. **Journal of Economic Literature**, v.47, n.2, p.448-474, 2009.

CUBITT, R. P.; SUGDEN, R. On money pumps. **Games and Economic Behavior**, v.37, n.1, p. 121-160, 2001.

DA COSTA JÚNIOR, N. C. A da. Efeito disposição e experiência: um teste de laboratório no Brasil. In: ENANPAD, 32., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2008a.

DA COSTA JÚNIOR, N. C. A. da; MINETO, C.; DA SILVA, S. Disposition effect and gender. **Applied Economics Letters**, v.15, n.6, p.411-416, 2008b.

DA COSTA JÚNIOR; GOMES, M.; CRAWFORD, V. P.; BROSETA, B. Cognition and behavior in normal-form games: an experimental study. **Econometrica**, v. 69, n. 5, p. 1193-1235, 2001.

DA SILVA, S.; BALDO, D.; MATSUSHITA, R. Biological correlates of the Allais paradox. **Applied Economics**, v.45, n.5, p. 555-568, 2013.

DALGLEISH, T. **The emotional brain**. Nature Reviews Neuroscience, v.5, n.7, p.583-589, 2004.

DAMÁSIO, A. **Descartes' error**: emotion, reason, and the human brain. New York: Grosset/Putnam, 1994.

DAMÁSIO, A. R. Emotion and the human brain. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.935, n. 1, p.101-106, 2001.

DAMÁSIO, A. R. et al. The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical transactions of the*

Royal Society of London. Series B: **Biological Sciences**. v. 351, n. 1346, p. 1413-1420, 1996.

DAVIS, C. E.; HAUF, J. D.; WU, D. Q.; EVERHART, D. E. Brain function with complex decision making using electroencephalography. **International Journal of Psychophysiology**, v.79, n.2, p.175-183, 2011.

DE GIORGI, E.; HENS, T. making prospect theory fit for finance. **Financial Markets and Portfolio Management**, v. 20, n. 3, p. 339-360, 2006.

DE MARTINO, B. et al. Frames, biases, and rational decision-making in the human brain. **Science**, v.313, n.5787, p.684-687, 2006.

DE MARTINO, Benedetto; CAMERER, Colin F.; ADOLPHS, Ralph. Amygdala damage eliminates monetary loss aversion. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 8, p. 3788-3792, 2010.

DEATON, A. Instruments, randomization, and learning about development. **Journal of Economic Literature**, v. 48, n. 2, p. 424-55, 2010.

DELGADO, M. R.; LABOULIERE, C. D.; PHELPS, E. **Fear of losing money? Aversive conditioning with secondary reinforcers**. SCAN, n.1, p.250-259, 2006.

DHAR, R.; ZHU, N. Up Close and personal: investor sophistication and the disposition effect. **Management Science**, v.52, n.5, p.726-740, 2006.

DODONOVA, A.; KHOROSHILOV, Y. Prospect theory and small payoffs: an experimental study. **Atlantic Economic Journal**, v.34, n.4, p.503-504, 2006.

DOLAN, R. J. Emotion, cognition, and behavior. **Science**, v.298, n.5596, p.1191-1194, 2002.

EARMAN, J.; ROBERTS, J. *Ceteris paribus*, there is no problem of provisos. **Synthese**, v. 118, n. 3, p.439-478, 1999.

EDWARDS, P. Experimental economics and workplace behaviour: bridges over troubled methodological waters? **Socio-Economic Review**, v.10, n.2, p.293-315, 2012.

EDWARDS, W. The theory of decision making. **Psychological Bulletin**, v.41, p. 380-417, 1954.

EDWARDS, W. Utility, subjective probability, their interaction, and variance preferences. **Journal of Conflict Resolution**, v.6, p.42-51, 1962.

EHMKE, M.; SHOGREN, J. The experimental mindset within development economics: proper use and handling are everything. **Applied Economics Perspectives and Policy**, v.32, n. 4, p. 549-563, 2010.

ELLSBERG, D. Risk, ambiguity, and the savage axioms. **Quarterly Journal of Economics**, v. 75, p. 643-669, 1961.

ELSTER, J. Emotions and economic theory. **Journal of Economic Literature**, v. 36, p. 47-74, mar. 1998.

ENGELMANN, Jan B. et al. Expert financial advice neurobiologically “offloads” financial decision-making under risk. **PLoS one**, v. 4, n. 3, p. e4957, 2009.

ETCHART-VINCENT, N.; L’HARIDON, O. Monetary incentives in the loss domain and behavior toward risk: an experimental comparison of three reward schemes including real losses. **Journal of Risk and Uncertainty**, v.42, n. 1, p. 61-83, 2011.

FALK, A.; HECKMAN, J. J. Lab experiments are a major source of knowledge in the social sciences. **Science**, v. 326, p. 535-538, 2009.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: II. **Journal of Finance**, v. 46, p. 1575-1617, 1991.

FAMA, E. Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance. **Journal of Financial Economics**, v. 49, n. 3, p. 283-306, 1998.

FAY, M. P.; PROSCHAN, M. A. Wilcoxon–Mann–Whitney or t-test? On assumptions for hypothesis tests and multiple interpretations of decision rules. **Statistics Surveys**, v. 4, p.1-39, 2010.

FEHR, E.; CAMERER, C. F. Social neuroeconomics: the neural circuitry of social preferences. **Cognitive Science**, v.11, p.419-427, 2007.

FEHR, E.; FISCHBACHER, U.; KOSFELD, M. Neuroeconomic foundations of trust and social preferences. **American Economic Review: Papers & Proceedings**, p.346-351, 2005.

FEHR, E.; RANGEL, A. Neuroeconomic foundations of economic choice – recent advances. **Journal of Economic Perspectives**, v.25, n.4, p. 3-30, 2011.

FEHR-DUDA, H.; GENNARO, M.; SCHUBERT, R. Gender, financial risk, and probability weights theory and decision. **Theory and Decision**, v. 60, n. 2-3, p. 283-313, 2006.

FENG, L.; SEASHOLES, M. S. Do investor sophistication and trading experience eliminate behavioral biases in financial markets? **Review of Finance**, v.9, n.3, p.1-48, 2005.

FERRIS, S.; HAUGEN, R.; MAKHIJA, A. Predicting contemporary volume with historic volume at differential price levels: Evidence supporting the disposition effect. **Journal of Finance**, v.43, p. 677-697, 1988.

FESTINGER, Leon. **A theory of cognitive dissonance**. 1957.

FISHBURN, P. Nontransitive measurable utility. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 26, n.1, p. 31-67, 1982.

FIUZA, A.; Da SILVA, A. F. d., SANTOS, A. A. P., & Catarina, U. F. d. S. (2012). **Estudo Econométrico: Teoria do prospecto, viés da reversão à média e atualizações do nível de referência no efeito disposição**.

FRAZZINI, A. The disposition effect and underreaction to news. **The Journal of Finance**, v.61, n.4, p. 2017-2046, 2006.

FREDERICK, S.; LOEWENSTEIN, G.; O'DONOGHUE, T. time discounting and time preference: a critical review. **Journal of Economic Literature**, v. 40, n. 2, p. 351-401, 2002.

FRIEDMAN, D.; CASSAR, A. **Economics lab**: an intensive course in experimental economics. Routledge, 2004a.

FRIEDMAN, D.; CASSAR, A. **Economists go to the laboratory**. Economics lab: an intensive course in experimental economics. New York: Routledge, 2004b.

FRIEDMAN, D.; SUNDER, S. Experimental methods: a primer for economists. Cambridge University Press, 1994.

FRIEDMAN, M.; SAVAGE, L. J. The utility analysis of choices involving risk. **The Journal of Political Economy**, v.56, n.4, p.279-304, 1948.

FRIEDMAN, Milton. The methodology of positive economics. **Essays in positive economics**, v. 3, n. 3, 1953.

FRINO, A.; JOHNSTONE, D.; ZHENG, H. The propensity for local traders in futures markets to ride losses: Evidence of irrational or rational behavior? **Journal of Banking & Finance**, v.28, n.2, p.353-372, 2004.

FRYDMAN, C.; BARBERIS, N.; CAMERER, C.; BOSSAERTS, P.; RANGEL, A. Using neural data to test a theory of investor behavior: An application to realization utility. **The Journal of Finance**, v.69, n. 2, p. 907-946, 2014.

FRYDMAN, Cary; CAMERER, Colin; RANGEL, Antonio. Neural Measures of Regret and Reinforcement Learning from Investment Experiences. 2013.

FRYDMAN, C. (2015). What drives peer effects in financial decision-making? neural and behavioral evidence. *Neural and Behavioral Evidence* (February 5, 2015).

FRYDMAN, Cary; RANGEL, Antonio. Debiasing the disposition effect by reducing the saliency of information about a stock's purchase price. **Journal of Economic Behavior & Organization**, 2014.

GENESOVE, D., MAYER, C. Loss aversion and seller behavior: evidence from the housing market. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 116, n.4, p. 1233-1260, 2001.

GIGERENZER, G.; STURM, T. How (far) can rationality be naturalized? **Synthese**, v.187, p.243-268, 2012.

GLIMCHER, P. W. et al. Introduction: A brief history of neuroeconomics. In: _____. **Neuroeconomics: decision making and the brain**. London: Academic Press, 2008. p. 1-12.

GLIMCHER, P.W., RUSTICHINI, A. Neuroeconomics: the consilience of brain and decision. **Science**, v. 306, n. 5695, p. 447-452, 2004.

GOLD, J. I.; SHADLEN, M. N. The neural basis of decision making. **Annual Review Neuroscience**, v.30, p.535-574, 2007.

GOULART, M.; DA COSTA JR, N. C. A.; SANTOS, A.; TAKASE, E.; DA Da Silva, S. Psychophysiological correlates of the disposition effect. **PLoS ONE**, v.8, n.1, e54542, 2013.

GRINBLATT, M.; HAN, B. **The disposition effect and momentum**. Working Paper. 2002.

GRINBLATT, M.; KELOHARJU, M. How distance, language, and culture influence stockholdings and trades. **The Journal of Finance**, v. 56, n.3, p.1053-1073, 2001.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

GÜTH, W. Satisficing and (un)bounded rationality – a formal definition and its experimental validity. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 73, p. 308-316, 2010.

HAAG, A.; GORONZY, S.; SCHAICH, P.; WILLIAMS, J. Emotion recognition using bio-sensors: first step towards an automatic system. **Affective Dialogue Systems**, Springer Berlin Heidelberg, p.36-48, 2004.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HANSEN, Bruce E. Sample splitting and threshold estimation. **Econometrica**, v. 68, n. 3, p. 575-603, 2000.

HARINCK, F. et al. When gains loom larger than losses reversed loss aversion for small amounts of money. **Psychological Science**, v.18, n.12, p.1099-1105, 2007.

HARRISON, G. W. Neuroeconomics: a critical reconsideration. **Economics and Philosophy**, v. 24, n. 3, p. 303, 2008.

HARRISON, G. W.; LIST, J. A. Field Experiments. **Journal of Economic Literature**, v. 42, n.4, p. 1009-1055, 2004.

HARRISON, G. W.; RUTSTRÖM, E. E. Representative agents in lottery choice experiments: one wedding and a decent funeral. **Experimental Economics**, v. 12, n. 2, p. 133-158, 2009.

HARRISON, Glenn W.; LAU, Morten I.; ELISABET RUTSTRÖM, E. Risk attitudes, randomization to treatment, and self-selection into experiments. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 70, n. 3, p. 498-507, 2009.

HARRISON, Glenn W.; RUTSTRÖM, E. Elisabet. Risk aversion in the laboratory. **Research in experimental economics**, v. 12, p. 41-196, 2008.

HARRISON, Glenn; ROSS, Don. The methodologies of neuroeconomics. **Journal of Economic Methodology**, v. 17, n. 2, p. 185-196, 2010.

HARTZMARK, S. M.; SOLOMON, D. H. **Efficiency and the disposition effect in NFL prediction markets**. Working Paper. 2012.

HASTIE, R. Problems for judgment and decision making. **Annual Review of Psychology**, v.52, p.653-683, 2001.

HAUSMAN, J. A. Specification Tests in Econometrics. **Econometrica**, v. 46, n. 6, p. 1251-1271, 1978.

HAUSMAN, Jerry A.; MCFADDEN, Daniel L. Specification Tests for the Multinomial Logit Model. **Econometrica**, v. 52, n. 5, p. 1219-40, 1984.

having huge research budgets? **Economics Bulletin**, v.3, n.4, p.1-6, 2007.

HEIM, R. **The neural foundations of financial decision making**. Tese (Doutorado) – Universität Wien, 2010. Disponível em: http://othes.univie.ac.at/8676/1/2010-02-10_9401707.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2013.

HENDERSON, Vicky. Prospect theory, liquidation, and the disposition effect. **Management Science**, v. 58, n. 2, p. 445-460, 2012.

HENRICH, J. Does culture matter? ultimatum bargaining among the Machiguenga of the Peruvian Amazon. **The American Economic Review**, v. 90, n. 4, p. 973-979. 2000.

HENS, T.; VLCEK, M. Does prospect theory explain the disposition effect? **Journal of Behavioral Finance**, v. 12, n. 3, p. 141-157, 2011.

HERTWIG, R.; ORTMANN, A. Experimental practices in economics: a methodological challenge for psychologists? **Behavioral and Brain Sciences**, v. 24, p. 383-451, 2001.

HEY, J. D.; ORME, C. Investigating generalizations of expected utility theory using experimental data. **Econométrica**, v. 62, n. 6, p. 1291-1326, 1994.

HEY, J. D. Experimental investigations of errors in decision making under risk. **European Economic Review**, v.39, n.3, p.633-640, 1995.

HEY, J. D. Experimental economics and the theory of decision making under risk and uncertainty. **Geneva Papers on Risk and Insurance Theory**, v. 27, n. 1, p. 5-21, 2002.

HEY, J. D.; LEE, J. Do subjects remember the past?. **Applied Economics**, v. 37, n. 1, p. 9-18, 2005.

HIRSHLEIFER, D. Investor psychology and asset pricing. **Journal of Finance**, v. 56, n. 4, p. 1533-1597, 2001.

HIRSHLEIFER, David A. Behavioral finance. **Available at SSRN 2480892**, 2014.

HIRSHLEIFER, David A., Behavioral Finance. Available at SSRN:<http://ssrn.com/abstract=2480892>. 2014.

HIRSHLEIFER, David; SUBRAHMANYAM, Avanidhar; TITMAN, Sheridan. Feedback and the success of irrational investors. **Journal of Financial Economics**, v. 81, n. 2, p. 311-338, 2006.

HOLT, C. A.; LAURY, S. K. Risk aversion and incentive effects. **The American Economic Review**, v. 92, n. 5, p. 1644-1655, 2002.

HORLINGS, R. **Emotion Recognition Using Brain Activity**. (Thesis) – Department of Mediamatics, Delft University of Technology, 2008.

HSU, M. et al. Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making. **Science**, v.310, n.5754, p.1680-1683, 2005.

INGERSOLL, J. E.; LAWRENCE, J. J. Realization utility with reference-dependent preferences. **Review of Financial Studies**, v. 26, n.3, p. 723-767, 2013.

INGERSOLL, Jonathan E.; JIN, Lawrence J. Realization Utility with Reference-Dependent Preferences. **Review of Financial Studies**, v. 26, n. 3, p. 723-767, 2013.

KABLE, Joseph W. The Cognitive Neuroscience Toolkit for the Neuroeconomist. **Journal of neuroscience, psychology, and economics**, v. 4, n. 2, p. 63-84, 2011.

KADOUS, Kathryn et al. Individual Characteristics and the Disposition Effect: The Opposing Effects of Confidence and Self-Regard. **Journal of Behavioral Finance**, Forthcoming, 2012.

KAELBLING, Leslie Pack; LITTMAN, Michael L.; MOORE, Andrew W. Reinforcement Learning: A Survey. **Journal of Artificial Intelligence Research**, v. 4, p. 237-285, 1996.

KAHNEMAN, D. et al. Aspects of investor psychology. **Journal of Portfolio Management**, v. 24, n. 4, 1998.

KAHNEMAN, D. et al. Would you be happier if you were richer? A focusing illusion. **Science**, v.312, p. 1908-1910, 2006.

KAHNEMAN, D. New challenges to the rationality assumption. **Journal of Institutional and Theoretical Economics**, v.150, n.1, p.18-36, 1994.

KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

KAHNEMAN, D.; FREDERICK, S. A model of heuristic judgment. In: HOLYOAK, K.; MORRISON, R. G. **The Cambridge handbook of thinking and reasoning**. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 2005. p. 267-294.

KAHNEMAN, D.; FREDERICK, S. Frames and brains: elicitation and control of response tendencies. **Trends in Cognitive Sciences**, v.11, n.2, p.45-46, 2007.

KAHNEMAN, D.; FREDERICK, S. Representativeness revisited: attribute substitution in intuitive judgment. Gilovich, T.; Griffin, D.; Kahneman, D. (ed.). **Heuristics & Biases: the psychology of intuitive judgment**. New York: Cambridge University Press, 2002. p. 49-81.

KAHNEMAN, D.; SLOVIC, P.; TVERSKY, A. **Judgment under uncertainty: heuristics and biases**. New York: Cambridge University Press, 1982.

KAHNEMAN, D.; SMITH, V. **Foundations of behavioral and experimental economics**. Advanced Information on the Prize in Economic Sciences 2002. The Royal Swedish Academy of Sciences, Working paper. Stockholm, Sweden. 2002.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Choices, values and frames. **American Psychologist**, v.39, p. 341-350, 1984.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Judgment under uncertainty: heuristics and biases. **Science**, n.185, p.1124-1131, set. 1974.

KAHNEMAN, D.; WAKKER, P. P.; SARIN, R. Back to Bentham? Explorations of experienced utility, **Quarterly Journal of Economics**. v.117 n. 2, p. 375-405, 1997.

KASSAM, K. S.; MARKEY, A. R.; CHERKASSKY, V. L.; LOEWENSTEIN, G.; JUST, M. A. **Identifying Emotions on the Basis of Neural Activation**. PLoS ONE, v.8, n.6: e66032. 2013. doi:10.1371/journal.pone.0066032

KAUSTIA, M. Disposition effect. **Behavioral Finance: Investors, Corporations, and Markets**, p.169-189, 2010b.

KAUSTIA, M. Prospect Theory and the disposition effect. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, n. 45, p. 791-812, 2010a.

KAUSTIA, M.; ALHO, E.; PUTTONEN, V. How much does expertise reduce behavioral biases? The case of anchoring effects in stock return estimates. **Financial Management**, v.37, n.3, p.391-412, 2008.

KAUSTIA, M.; LEHTORANTA, A.; PUTTONEN, V. **Does sophistication affect long-term return expectations?** Evidence from financial advisers' exam scores. 2013.

KEMP, F. Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences. **Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)**, v.52, n.4, p. 691, 2003. doi: 10.1046/j.1467-9884.2003.t01-2-00383_4.x

KENNING, P.; PLASSMANN, H. NeuroEconomics: an overview from an economic perspective. **Brain Research Bulletin**, v.67, p. 343-354, 2005.

KLIGER, D.; KUDRYAVTSEV, A. Reference point formation by market investors. **Journal of Banking & Finance**, v. 32, n. 9, p. 1782-1794, 2008.

KNUTSON, B. et al. Anticipation of increasing monetary reward selectively recruits nucleus accumbens. **Journal of Neuroscience**, v. 21, n. 16, p. RC159, 2001.

KNUTSON, B. et al. fMRI visualization of brain activity during a monetary incentive delay task. **NeuroImage**, v. 12, p. 20-27, 2000.

KNUTSON, B.; BOSSAERTS, P. Neural antecedents of financial decisions. **The Journal of Neuroscience**, v.27, n.31, p.8174-8177, 2007.

KNUTSON, B.; GREER, S. M. Anticipatory affect: neural correlates and consequences for choice. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.363, n.1511, p.3771-3786, 2008.

KNUTSON, B.; PETERSON, R. Neurally reconstructing expected utility. **Games and Economic Behavior**, v. 25, p.305-315, 2005.

KNUTSON, B.; RICK, S.; WIRNMER, G. E.; PRELEC, D.; LOEWENSTEIN, G. Neural predictors of purchases. **Neuron**, v.53, p. 147-156, 2007. doi: 10.1016/j.neuron.2006.11.010

KÜHBERGER, A.; SCHULTE-MECKLENBECK, M.; PERNER, J. Framing decisions: hypothetical and real. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 89, n. 2, p. 1162-1175, 2002.

KUHNEN, C. M.; KNUTSON, B. The influence of affect on beliefs, preferences and financial decisions. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v.46, n.3, p. 605-26, 2011.

KUHNEN, C. M.; KNUTSON, B. The neural basis of financial risk taking. **Neuron**, v.47, n.5, p.763-770, 2005.

KUHNEN, Camelia. Asymmetric learning from financial information, **Journal of Finance** Forthcoming. 2014.

LAIBSON, D. Golden eggs and hyperbolic discounting. **The Quarterly Journal of Economics**, v.112, n.2, p.443-478, 1997.

LAKONISHOK, J.; SHLEIFER, A.; VISHNY, R. W. Contrarian investment, extrapolation, and risk. **Journal of Finance**, v. 49, p. 1541-1578, 1994.

LAKONISHOK, J.; SMIDT, S. Volume for winners and losers: Taxation and other motives for stock trading. **Journal of Finance**, v. 41, p. 951-974, 1986.

LANE, R. D. et al. Neural correlates of heart rate variability during emotion. **Neuroimage**, v.44, n.1, p. 213-222, 2009.

LEBEL, Catherine; BEAULIEU, Christian. Longitudinal development of human brain wiring continues from childhood into adulthood. **The Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 30, p. 10937-10947, 2011.

LEE, D. Neuroeconomics: making risky choices in the brain. **Nature Neuroscience**, v.8, n.9, p.1129-1130, 2005.

LEVITT, S. D.; LIST, J. A. What do laboratory experiments measuring social preferences reveal about the real world?. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 21, n. 2, p. 153-174, 2007.

LI, Yan; YANG, Liyan. Prospect theory, the disposition effect, and asset prices. **Journal of Financial Economics**, v. 107, n. 3, p. 715-739, 2013.

LINNAINMAA, J. Do limit orders alter inferences about investor performance and behavior? **Journal of Finance**, v.65, n.4, p.1473-506, 2012.

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

LIST, J. A. Does Market experience eliminate market anomalies? **Quarterly Journal of Economics**, v.118, n.1, p. 47-71, 2003.

LIST, J. A. The behavioralist meets the market: Measuring social preferences and reputation effects in actual transactions. **Journal of Political Economy**, v. 114, n.1, p. 1-37, 2006.

LO, A. W.; REPIN, D. V. the psychophysiology of real-time financial risk processing. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 14, n.3, p. 323-39, 2002.

LO, A. W.; REPIN, D. V.; STEENBARGER, B. N. Fear and greed in financial markets: a clinical study of day-traders. **AEA Papers and Proceedings**, v.95, n.2, p.352-359,2005.

LOCKE, P. R.; MANN, S. C. **Do professional traders exhibit loss realization aversion?** Working Paper. Texas Christian University, p.1-48, nov. 2000.

LOCKE, P. R.; MANN, S. C. Professional trader discipline and trade disposition. **Journal of Financial Economics**, v.76, n.2, p.401-444, 2005.

LOEWENSTEIN, G. Emotions in economic theory and economic behavior. **The American Economic Review**, v.90, n.2, p.426-432, 2000.

LOEWENSTEIN, G. Experimental economics from the vantage point of behavioural economics. **The Economic Journal**, v. 109, n. 453, p. 25-34, 1999.

LOEWENSTEIN, G. Out of control: visceral influences on behavior. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v.65, n.3, p.272-292, 1996.

LOEWENSTEIN, G.; LERNER, J. S. The role of affect in decision making. In: DAVIDSON, R. J.; SHERER, K. R.; GOLDSMITH, H. H. **Handbook Of Affective Science**. New York: Oxford University Press, 2003. p.619-642.

LOEWENSTEIN, G.; PRELEC, D. Anomalies of intertemporal choice: evidence and interpretation. In: LOEWENSTEIN, G.; Elster, J. (Ed.). **Choice Over Time**. New York: Russell Sage Foundation, 1992. p.119-145.

LOEWENSTEIN, George; RICK, Scott; COHEN, Jonathan D. Neuroeconomics. **Annu. Rev. Psychol.**, v. 59, p. 647-672, 2008.

LOPES, S. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 2002. v. 2.

LUFT, C. B.; TAKASE, E.; DARBY, D. Heart rate variability and cognitive function: effects of physical effort. **Biological Psychology**, v. 82, p. 186-191, 2009.

MACEDO JR., J. S. **Teoria do prospecto**: uma investigação utilizando simulação de investimentos. 2003. 203f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MACHINA, M. J. Choice under uncertainty: problems solved and unsolved. **The Journal of Economic Perspectives**, v.1, n.1, p. 121-154, 1987.

MACLEAN, P. D. Cerebral evolution and emotional processes: new findings on the striatal complex. **Annals of the New York Academy of Sciences**, n. 193, p. 137-149, 1972.

MACLEAN, Paul D. Evolutionary psychiatry and the triune brain. **Psychological Medicine**, v. 15, n.2, p.219-221, 1985.

MANDELKOW, H. et al. Heart beats brain: the problem of detecting alpha waves by neuronal current imaging in joint EEG –MRI experiments. **NeuroImage**, v. 37, p. 149-163, 2007.

MARKOWITZ, H. The utility of wealth. **The Journal of Political Economy**. v. LX, n.2, 1952.

MATSUSHITA, R. et al. **The biological basis of expected utility anomalies**. Universidade Federal de Santa Catarina: 33, 2007.

MCCLOSKEY, Donald N. The rhetoric of economics. **Journal of Economic Literature**, p. 481-517, 1983.

McCULLAGH, P.; J. A. NELDER. **Generalized linear models**. New York: Chapman and Hall, 1989.

MILL, John Stuart (2007). *“Utilitarianism.”* [1863]. Mineola, New York: Dover Publications (Original work published in 1863.).

MILLER, M. H.; MODIGLIANI, F. Dividend policy, growth, and valuation of shares. **The Journal of Business**, v. 34, n. 4, p. 411-433, 1961.

MOHR, P. N.; LI, S. C.; HEEKEREN, H. R. Neuroeconomics and aging: neuromodulation of economic decision making in old age. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v.34, n.5, p.678-688, 2010.

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and Analysis of Experiments**. 7. ed. New York: John Wiley & Sons, 2008.

MOORE, A.; TAYLOR, M. Experimental economics research: is there an alternative to

MOREIRA, B. C. M. **Três ensaios sobre finanças comportamentais e neuroeconomia: testando o efeito dotação, efeito *overconfidence* e efeito gratificação instantânea em crianças**. 2012. 154f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MOSSIN, J. Equilibrium in a Capital Market. **Econometrica**, v.34, p.768-783,1965.

MUEHLFELD, K.; WEITZEL, U.; WITTELOOSTUIJN, A.V. Fight or freeze? Individual differences in investor’s motivational systems and trading in experimental asset markets. **Journal of Economic Psychology**, v. 34, p. 195-209, feb. 2013.

- NISKANEN, J. P. et al. Software for advanced HRV analysis. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v.76, n.1, p.73-81, 2004.
- NOFSINGER, R. J. **The Psychology of Investing**. Upper Saddle River, NJ:: Pearson Prentice Hall, 2005.
- ODEAN, T. Do investors trade too much? **American Economic Review**, v. 89, n. 5, p. 1279-1298, 1999.
- ODEAN, Terrance. Are investors reluctant to realize their losses? **The Journal of Finance**, v. 53, n. 5, p. 1775-1798, 1998.
- OECHSSLER, J.; ROIDER, A.; SCHMITZ, P. W. Cognitive abilities and behavioral biases. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v.72, n.1, p.147-152, 2009.
- OLSON, Mancur; BAILEY, Martin J. Positive time preference. **Journal of Political Economy**, v.89, n.1, p. 1-25, 1981.
- OSBORNE, P. G.; CHOU, T. S.; SHEN, T. W. Characterization of the psychological, physiological and eeg profile of acute betel quid intoxication in naïve subjects. **PLoS One**, v.6, n.8, 2011.
- PADOA-SCHIOPPA, C. Neurobiology of economic choice: a good-based model. **Annual Review of Neuroscience**, v.34, p.333-359, 2011. paradigm?. **Socio-Economic Review**, v. 8, n. 2, p. 387-397, 2010.
- PAYZAN-LENESTOUR, Elise; BOSSAERTS, Peter. Learning about unstable, publicly unobservable payoffs. **Review of Financial Studies**, p. hhu069, 2014.

PESSOA, L. On the relationship between emotion and cognition. **Nature Reviews Neuroscience**, v.9, p.148-158, 2008.

PETERS, E.; SLOVIC, P. The springs of action: affective and analytical information processing in choice. **Personality and Social Psychology Bulletin**, v.26, p.1465-1475, 2000.

PETERSON, R. L. **Inside the investor's brain: the power of mind over money**. NJ: Wiley Trading, Hoboken, 2007.

PHELPS, E. A. Emotion and cognition: insights from studies of the human amygdala. **Annual Review of Psychology**, v. 57, p. 27-53, 2006.

PHELPS, E. A. The study of emotion in neuroeconomics. In: GLIMCHER, P. W. et al. (ed.) **Neuroeconomics: Decision Making and the Brain**. London, UK: Academic Press; 2009. p. 233-250.

PLOTT, C. R. Laboratory experiments in economics: the implications of posted-price institutions. **Science**, v.232, n.4751, p.732-738, 1986a.

PLOTT, C. R. Rational choice in experimental markets. **Journal of Business**, v. 59, n. 4, p.301-327, 1986b.

PRATES, W. R.; DA COSTA JR., N. C. A.; DOROW, A. The disposition effect and group decision making. In: FMA EUROPEAN CONFERENCE, 2013, 2015. **Proceedings...** Luxembourg City, Luxembourg, 2013.

RABIN, M. Cognitive dissonance and social change. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v.23, n.2, p.177-194, 1994.

RABIN, M. Inference by believers in the law of small numbers. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 117, n. 3, p. 775-816, 2002.

RABIN, M. Risk aversion and Expected-Utility Theory: a calibration theorem. **Econometrica**, v. 68, n. 5, p. 1281-1292, 2000.

RABIN, M.; THALER, R. H. Anomalies: risk aversion. **Journal of Economic Perspectives**, v. 15, n. 1, p.219-232, 2001.

RANGEL, A.; CAMERER, C.; MONTAGUE, P. R. A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. **Nature Reviews Neuroscience**, v.9, n.7, p.545-556, 2008.

RAY, William J.; COLE, Harry W. EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. **Science**, v. 228, n. 4700, p. 750-752, 1985.

READ, D. Monetary incentives, what are they good for? **Journal of Economic Methodology**, v. 12, n. 2, p. 265-276, 2005.

READ, D.; LOEWENSTEIN, G.; KALYANARAMAN, S. Mixing virtue and vice: combining the limerency effect and the diversification heuristic. **Journal of Behavioral Decision Making**, v.12, p.257-273, 1999.

READ, D.; READ, N. L. Time discounting over the lifespan. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 94, n.1, p.22-32, 2004.

REUTER-LORENZ, Patricia A. New visions of the aging mind and brain. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 6, n. 9, p. 394-400, 2002.

RICK, S. Losses, gains, and brains: neuroeconomics can help to answer open questions about loss aversion. **Journal of Consumer Psychology**, v. 21, p. 453-463, 2011.

ROBSON, A. J. The biological basis of economic behavior. **Journal of Economic Literature**, v.39, n.1, p.11-33, 2001.

ROLLS, E. A theory of emotion, and its application to understanding the neural basis of emotion. **Cognition and Emotion**, v.4, p.161-190, 1990.

ROLLS, E. T.; KRINGELBACH, M. L.; ARAUJO, I. E. de. Different representations of pleasant and unpleasant odours in the human brain. **European Journal of Neuroscience**, v.18, n.3, p.695-703, 2003.

RUBINSTEIN, A. Economics and psychology? The case of hyperbolic discounting. **International Economic Review**, v. 44, n. 4, p. 1207-1216, 2003.

RUBINSTEIN, A. Similarity and decision-making under risk (Is there a utility theory resolution to the Allais paradox?). **Journal of Economic Theory**, v. 46, n. 1, p. 145-153, 1988.

RUSTICHINI, A. Neuroscience: emotion and reason in making decisions. **Science**, v. 310, n. 5754, p. 1624-5, 2005.

SACHSE, K.; JUNGERMANN, H.; BELTING, J. M. Investment risk: the perspective of individual investors. **Journal of Economic Psychology**, v.33, n.3, p.437-447, 2012.

SAHI, S. K. Neurofinance and investment behaviour. **Studies in Economics and Finance**, v. 29 n. 4, p. 246-267, 2012.

SAMUELSON, L. Economic theory and experimental economics. **Journal of Economic Literature**, v.43, n.1, p.65-107, 2005.

SAMUELSON, Paul. A note on measurement of utility. **The Review of Economic Studies**, v.4, n.2, p. 155-161, 1937.

SAMUELSON, W.; ZECKHAUSER, R. Status Quo Bias in Decision Making. **Journal of Risk and Uncertainty**, v.1, p.7-59, 1988.

SAN MARTÍN, René et al. Rapid Brain Responses Independently Predict Gain Maximization and Loss Minimization during Economic Decision Making. **The Journal of Neuroscience**, v. 33, n. 16, p. 7011-7019, 2013.

SANFEY, A. G. et al. Neuroeconomics: cross-currents in research on decision-making. **Trends in Cognitive Sciences**, v.10, n.3, p.108-116, 2006.

SANFEY, A. G. et al. The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. **Science**, v. 300, p. 1755-1758, 2003.

SAPRA, S. G.; ZAK, P. J. **Neurofinance**: bridging psychology, neurology, and investor behavior. Working paper. 2008. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1323051>>. Acesso em: mar. 2013.

SAVAGE, L. **The foundations of statistics**. New York: John Wiley and Sons, 1954.

SCHIFFER, S. Ceteris paribus laws. **Mind**, v. 100, n. 397, p. 1-17, 1991.

SCHLARBAUM, G. G.; LEWELLEN, W. G.; LEASE, R. C. Realized returns on common stock Investments: the experience of individual investors. **The Journal of Business**, v. 51, n. 2, p. 299-325, 1978.

SCHOLZ, F. W.; STEPHENS, M. A. K-sample Anderson-Darling tests. **Journal of the American Statistical Association**, v. 82, n. 399, p. 918-924, 1987.

SEILER, Michael J.; WALDEN, Eric. A Neurological Explanation of Strategic Mortgage Default. The **Journal of Real Estate Finance and Economics**, p. 1-16, 2014.

SELTEN, R. Features of experimentally observed bounded rationality. **European Economic Review**, v. 42, n. 3-5, p. 413-436, 1998.

SHAPIRA, Z.; VENEZIA, I. Patterns of behavior of professionally managed and independent investors. **Journal of Banking & Finance**, v.25, n.8, p.1573-1587, aug. 2001.

SHARIFF, Mohammed Z.; AL-KHASAWNEH, Jamal; AL-MUTAWA, Musab. Risk and Reward: A Neurofinance Perspective. **International Review of Business Research Papers**, v. 8, n. 6, p. 126-133, 2012.

SHARPE, W. F. A Simplified Model for Portfolio Analysis. **Management Science**, v.9, n. 2, p. 277-293, 1963.

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

SHEFRIN, H.; STATMAN, M. The disposition to sell winners too early and ride losers too long – theory and evidence. **Journal of Finance**, v.40, n.3, p.777-790, 1985.

SHILLER, Robert J. Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends? **The American Economic Review**, v. 71, n. 3, p. 421-436, 1981.

SHILLER, Robert J. Speculative asset prices. **American Economic Review**, v. 104, n. 6, p. 1486-1517, 2014.

SHIV, B. et al. Investment behavior and the negative side of emotion. **Psychological Science**, v.16, n.6, p.435-439, 2005.

SIMÕES, T.; ABREU, M. **O efeito disposição nos investidores individuais portugueses**. Working paper. 2012.

SIMON, C. P.; BLUME, L. **Matemática para economistas**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SIMON, H. A. A behavioral model of rational choice. **Quarterly Journal of Economics**, v. 69, n.1, p. 99-118, 1955.

SIMON, H. A. **Models of man**. New York: John Wiley and Sons, 1957.

SIMON, H. A. Rational choice and the structure of environments. **Psychological Review**, v. 63, n.2, p. 129-138, 1956.

SIMON, H. A. Rationality as process and as product of thought. **American Economic Review**, v.68, p.1-16, 1978.

SIMON, H. A. Satisficing. In: EATWELL, J.; MILGATE, M.; NEUMANN, P. *The New Palgrave: a dictionary of economics*. London: The Macmillan Press, 1991. v. 4, p.234-243.

SIMONSON, I.; TVERSKY, A. Choice in context: tradeoff contrast and extremeness aversion. **Journal of Marketing Research**, v. 29, n. 3, p. 281-295, 1992.

SKINNER, B. F. **Verbal behavior**. Cambridge: Harvard University Press, 1948. Disponível em: <<http://www.behavior.org/resources/595.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2013.

SKRONDAL, Anders; RABE-HESKETH, Sophia. Prediction in multilevel generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)**, v. 172, n. 3, p. 659-687, 2009.

SLOVIC, P. Psychological study of human judgment: Implications for investment decision making. **The Journal of Finance**, v. 27, n. 4, p. 779-799, 1972.

SLOVIC, P. Rational actors or rational fools? Implications of the affect heuristic for behavioral economics. **The Journal of Socio-Economics**, v. 3, p.329-342, 2002.

SLOVIC, P.; TVERSKY, A. Who accepts Savage's axiom? **Behavioral Science**, v. 19, n. 6, p. 368-373, 1974.

SMITH, Alec et al. Neural Activity Reveals Preferences without Choices. **American Economic Journal: Microeconomics**, v. 6, n. 2, p. 1-36, 2014.

SMITH, David V.; HUETTEL, Scott A. Decision neuroscience: neuroeconomics. Wiley Interdisciplinary Reviews: **Cognitive Science**, v. 1, n. 6, p. 854-871, 2010.

SMITH, K. Neuronal substrates for choice under ambiguity, risk, gains, and losses. **Management Science**, v. 48, p.711-718, 2002.

SMITH, V. L. Experimental economics: Induced value theory. **The American Economic Review**, v.66, n.2, p.274-279, 1976.

SMITH, V. L. Method in experiment: rhetoric and reality. **Experimental Economics**, v.5, n.2, p.91-110, 2002.

SMITH, V. L. Microeconomic systems as an experimental science. **American Economic Review**, v. 72, n. 5, p. 923-955, 1982.

SMITH, V. L. Rational choice: the contrast between economics and psychology. **Journal of Political Economy**, p. 877-897, 1991.

SMITH, V. L.; WALKER, J. M. Monetary rewards and decision cost in experimental economics. **Economic Inquiry**, v. 31, n. 2, p. 245-261, 1993.

STANOVICH, K. E.; WEST, R. F Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate. **Behavioral and Brain Sciences**, v.23, p.645-665, 2000.

STREECK, W. Does “behavioural economics” offer an alternative to the neoclassical

SUBRAHMANYAM, A. Behavioural finance: a review and synthesis. **European Financial Management**, v.14, n.1, p. 12-29, 2007.

SUMMERS, B.; DUXBURY, D. Decision-dependent emotions and behavioral anomalies. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v.118, p.226-238, 2012.

SUN, P. C.; HSIAO, S. C. The influence of investor psychology on disposition effect. In: JOINT CONFERENCE ON INFORMATION SCIENCES (JCIS), 9., 2006. Kaoslung. **Proceedings...** Kaoslung, Taiwan: Atlantis Press, 2006.

TEPLAN, M. Fundamentals of EEG measurement. **Measurement Science Review**, v.2, n.2, p.1-11, 2002.

THALER, R. H. From homo economicus to homo sapiens. **The Journal of Economic Perspectives**, v.14, n. 1, p.133-141, 2000.

THALER, R. H. The end of behavioral finance. **Financial Analysts Journal**, v. 55, n. 6, p.12-17, nov./dec. 1999.

THALER, R. Mental accounting and consumer choice. **Marketing Science**, v. 4, n.3, p. 199-214, 1985.

THALER, R.H.; JOHNSON, E.J. Gambling with the house money and trying to break even: effects of prior outcomes on risky choice. **Management Science**, v. 36, p. 643-660, 1990.

THALER, Richard. Toward a positive theory of consumer choice. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v.1, p. 39-60, 1980.

TOM, S. M. et al. The neural basis of loss aversion in decision-making under risk. **Science**, v.315, p. 515-518, 2007.

TSENG, K. C. Behavioral finance, bounded rationality, neuro-finance, and traditional finance. **Investment Management and Financial Innovations**, v. 3, n. 4, p.7-18, 2006.

TVERSKY, A; KAHNEMAN, D. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty. **Journal of Risk and Uncertainty**, v.5, p. 297-323, 1992.

TVERSKY, A; KAHNEMAN, D. Availability: a heuristic for judging frequency and probability. **Cognitive Psychology**, v. 5, p.207-232, 1973.

TVERSKY, A; KAHNEMAN, D. Loss aversion in riskless choice: a reference dependent model. **Quarterly Journal of Economics**, v.107, n.4, p. 1039-1061, 1991.

TVERSKY, A; KAHNEMAN, D. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, v.47, p. 263-291, 1979.

TVERSKY, A; KAHNEMAN, D. Rational Choice and the Framing of Decisions. **The Journal of Business**, v.59, n.4, part 2, p.251-278, 1986b.

- TVERSKY, A; KAHNEMAN, D. The framing of decisions and the evaluation of prospects. **Logic, Methodology and Philosophy of Science VII**, v.114, p. 503-520, 1986a.
- VASILE, Dedu; SEBASTIAN, Turcan Ciprian. Neurofinance: getting an insight into the trader's mind. **Annals of Faculty of Economics**, v. 1, n. 2, p.723-729, 2010.
- VLCEK, M.; WANG, M. **Speculating in Gains, Waiting in Losses**: an experimental study on the disposition effect. Working paper, 2008.
- VON NEUMAN, J.; MORGENSTERN, O. **Theory of Games and Economic Behavior**. New York: John Wiley, 1944.
- WANG, Y.; JUNG, T-P. A collaborative brain-computer interface for improving human performance. **PLoS One**, v. 6, n.5, p. e20422, 2011.
- WEBER, M.; CAMERER, C. F. The disposition effect in securities trading: an experimental analysis. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v.33, n.2, p.167-184, jan, 1998.
- WEBER, M.; WELFENS, F. An individual level analysis of the disposition effect: empirical and experimental evidence. **University of Mannheim Working Papers**. 2007.
- WEBER, R. A. Learning with no feedback in a competitive guessing game. **Games and Economic Behavior**, v. 44, n. 1, p. 134-44, 2003.
- WEBER, R. A.; CAMERER, C. F. "Behavioral experiments" in economics. **Experimental Economics**, v. 9, n.3, p. 187-192, 2006.
- WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, 48 (4), 817-838. 1980.
- WILLEMS, R. M. et al. On the other hand: including left-handers in cognitive neuroscience and neurogenetics. **Nature reviews. Neuroscience**, v. 15, n. 3, p. 193, 2014.
- YOON, C. et al. Decision neuroscience and consumer decision making. **Marketing Letters**, v.23, n.2, p.473-485, 2012.

YUAN, Joshua S.; WANG, Donglin; STEWART, C. Neal. Statistical methods for efficiency adjusted real-time PCR quantification. **Biotechnology journal**, v. 3, n. 1, p. 112-123, 2008.

ZAK, J. P. Neuroeconomics. Philosophical Transactions. **Biological Sciences**. v. 359, n. 1451, p. 1737-1748, 2004.

ZHANG, Dandan et al. Linking brain electrical signals elicited by current outcomes with future risk decision-making. **Frontiers in behavioral neuroscience**, v. 8, 2014.

ZINDEL, M. T. L. **Finanças comportamentais: o viés cognitivo** excesso de confiança em investidores e sua relação com as bases biológicas. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ZUCHEL, H. **What drives the disposition effect?** Mannheim University, Working Paper, p.1-21, 2001.

ZWEIG, J. **Your money & your brain**. New York: Simon & Schuster, 2007.



APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que segue e questione o responsável pelo estudo se houver qualquer dúvida. Este estudo está sendo conduzido por Anderson Dorow/Programa de Pós-Graduação em Administração da UFSC. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida você pode entrar em contato com o pesquisador através do telefone (47) 9101-5959. Ressaltamos que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC.

- TCLE -

Título do Trabalho: Neurofinanças: aspectos neurais e psicofisiológicos do efeito disposição.

Este trabalho pretende verificar que tipo de relação existe entre o fenômeno denominado na literatura econômica como efeito disposição/aversão ao risco econômico e características neurofisiológicas e psicofisiológicas de indivíduos com e sem experiência prévia no mercado financeiro e de capitais brasileiro (investidor individual). Para a coleta serão utilizados 6 sensores não invasivos de: variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e de ondas cerebrais (EEG); colocados na região do tórax e testa dos sujeitos participantes. Cabe destacar que este procedimento é totalmente indolor.

Para tanto, o procedimento da pesquisa será realizado assim:

1. Aplicação de questionário em que serão levantados dados sociodemográficos;

2. Realização de simulação de investimentos computacional e verificação de características fisiológicas e neurofisiológicas.

A pesquisa será realizada com 21 sujeitos. O pesquisador oferece uma série de benefícios: (a) pontuação extra igual a 1,0 ponto em provas de disciplinas específicas;

(b) prêmios (**simbólicos**) em dinheiro espécie, para todos os participantes, de acordo com o desempenho individual no experimento, bem como em conformidade com as regras preestabelecidas e descritas no capítulo 3 desta pesquisa. **Atenção:** só concorrem aos prêmios supracitados aqueles sujeitos que realizarem todos os procedimentos da pesquisa conforme estipulado pelo pesquisador e TCLE.

Os benefícios que esperamos obter com esta pesquisa são de ordem tanto teórica quanto prática. A contribuição teórica refere-se principalmente ao ponto específico em que as pesquisas são incipientes, verificar as relações entre características fisiológicas com a aversão ao risco financeiro. Outro ponto de avanço seria de ordem prática. Conhecendo as relações entre variáveis psiconeurofisiológicas e a tomada de decisão financeira pode-se tentar aperfeiçoar os modelos de consultoria para investidores e análise de investimentos existentes hodiernamente. Tanto o investidor pessoa física quanto o investidor institucional podem ser beneficiados com o melhor entendimento das relações existentes entre psicologia e economia. *Softwares* podem ser desenvolvidos ou aperfeiçoados (no caso do *software* utilizado nesta pesquisa) para identificar novas bio-características do investidor individual que, potencialmente, possam melhorar a compreensão e o entendimento sobre o processo de tomada de decisão financeira de curto prazo, minimizando a ocorrência de resultados desfavoráveis e limitativos causados por vieses cognitivos e psicológicos. Informamos ainda que os pesquisadores são responsáveis pela pesquisa e darão todo o suporte necessário. Garantimos que toda e qualquer dúvida será esclarecida e que qualquer participante poderá se retirar da pesquisa por livre e espontânea vontade a qualquer momento. Todas as informações dos participantes serão mantidas em sigilo. Em nenhuma publicação serão citados nomes ou características que possam fazer referência a qualquer indivíduo.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA
COMO SUJEITO

Eu, _____,
abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Neurofinanças:
aspectos neurais e psicofisiológicos do efeito disposição” como sujeito.
Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que
foram lidas para mim, descrevendo o estudo. Ficaram claros para mim
os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus
desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de
esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha
participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em
participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer
momento, antes ou durante a pesquisa.

Florianópolis, ____/____/____

Nome: _____

RG: _____

Assinatura: _____

Anderson Dorow
Doutorando em Administração (Finanças)
Programa de Pós-Graduação em Administração
Universidade Federal de Santa Catarina
0-xx-47- 9101 5959



Em uma análise experimental a correlação negativa entre o ganho de capital e o efeito disposição – venda de um ativo perdedor rapidamente ($r = -0.3049$) encontra-se em linha com os estudos de Camerer (2013) e Frydman et al. (2014). A Figura 18 mostra os resultados empíricos de economia experimental alcançados neste estudo:

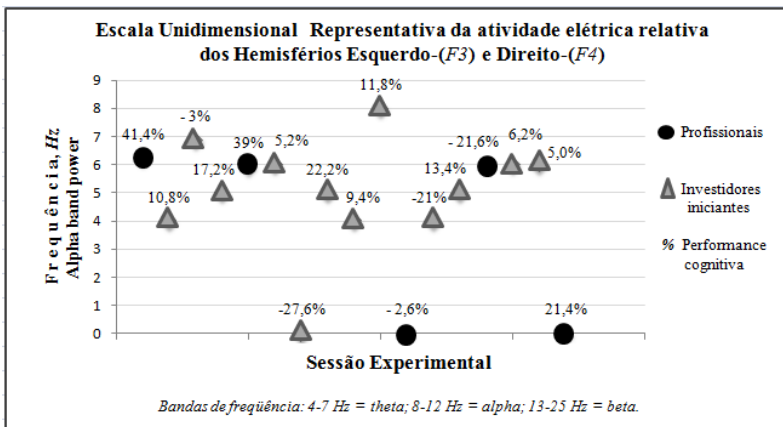


FIG. 18 – Ilustração descritiva inferencial para os efeitos de diferença da relação antissimétrica linear, binária (“2-área”), entre \neq tipos de investidores individuais. Nota: atividade elétrica neural medida e registrada a partir do lado esquerdo pré-frontal do cérebro humano (COHEN, 2005).

A figura 18 indica que os indivíduos que apresentam forte atividade da frequência alpha em resposta a um ganho de capital têm maior propensão para realizar ganhos. De acordo com a hipótese da utilidade realizada os investidores individuais experienciam um impacto positivo (negativo) quando vendem uma ação com ganho (perda). Os resultados apresentados na FIG. 18 sugerem que o ganho de capital é um preditor significativo da propensão para vender (efeito disposição). (FRYDMAN et al., 2014)



ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

Número de pesquisa: 00.../21

Data: ____/_____/____

Assinale com um X a opção desejada:

1. Estado civil:

- Solteiro
- Casado
- Viúvo
- Outros

2. Sua orientação sexual:

- Heterossexual
- Homossexual
- Não quero responder

3. Tem filhos?

- Sim
- Não

4. Idade_____

5. Você é:

- Destro
- Canhoto

6. Grau de Instrução:

- Ensino Médio
- Ensino Superior
- Pós-graduação

7. Se graduado, qual o curso:

8. Você já aplicou dinheiro em bolsa de valores?

- Sim
 Não
 Não quero responder

9. Renda familiar

- Até 3 salários mínimos
 4 a 10 salários
 Mais de 10 salários
 Não quero responder

10. Faz uso de algum medicamento?

- Sim
 Não

11. Se SIM, qual?

- _____
- Não quero responder

12. Tem algum tipo de patologia (lesão) cerebral?

- Sim
 Não

13. Para eventuais contatos futuros, por gentileza, forneça-nos os seguintes contatos pessoais:

a) e-mail: _____

b) _____ do telefone celular com prefixo: _____

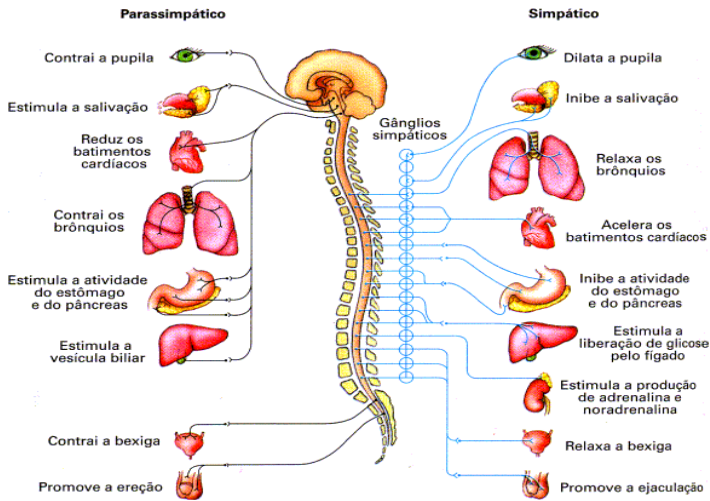
c) Número do telefone residencial com prefixo: _____

Obs.: Todos os seus contatos serão mantidos no mais absoluto sigilo!



ANEXO 2 – INERVAÇÕES PERTINENTES AOS DOIS SUBSISTEMAS CONSTITUINTES DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL (SNA) NO

Sistema Nervoso Autônomo – SNA.



Fonte: LOPES, 2002.