

**O SECTOR ELÉCTRICO BRASILEIRO À LUZ DA
NEUROECONOMIA: O CASO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS**

José Chavaglia Neto

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Métodos Quantitativos/Análise de Dados

Orientador(a):

**Prof. José António Candeias Bonito Filipe, Professor Auxiliar com agregação ISCTE-IUL -
Departamento de Matemática**

Co-orientador(a):

**Prof. Doutor Manuel Alberto M. Ferreira, Professor Catedrático, ISCTE/IUL - Departamento
de Matemática**

Outubro de 2014



O SECTOR ELÉCTRICO BRASILEIRO À LUZ DA NEUROECONOMIA: O CASO DAS
ENERGIAS RENOVÁVEIS

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Métodos Quantitativos

Orientador(a):

Prof. José António Candeias Bonito Filipe, Professor Auxiliar com agregação ISCTE-IUL -
Departamento de Matemática

Co-orientador(a):

Prof. Doutor Manuel Alberto M. Ferreira, Professor Catedrático, ISCTE/IUL - Departamento
de Matemática

Doutor em Métodos Quantitativos

Lisboa – Portugal

Outubro/2014

**O SECTOR ELÉCTRICO BRASILEIRO À LUZ DA NEUROECONOMIA: O CASO DAS ENERGIAS
RENOVÁVEIS**
José Chavaglia Neto



Departamento de Métodos Quantitativos

O SECTOR ELÉCTRICO BRASILEIRO À LUZ DA NEUROECONOMIA: O CASO DAS
ENERGIAS RENOVÁVEIS

José Chavaglia Neto

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Métodos Quantitativos

Júri:

Doutor António Bento Ratão Caleiro, Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de
Economia da Universidade de Évora.

Doutora Maria Rosa Vidigal Tavares da Cruz Quartin Borges, Professora Auxiliar do
Departamento de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa.

Doutor Manoel Francisco Pacheco Coelho, Professor Auxiliar com Agregação do
Departamento de Economia do Instituto de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa.

Doutora Ana Cristina Narciso Fernandes Costa, Professora Auxiliar do Departamento de
Economia Política da Escola de Ciências Sociais e Humanas do ISCTE/IUL.

Doutor José António Candeias Bonito Filipe, Professor Auxiliar com Agregação do
Departamento de Matemática do ISCTE/IUL (Orientador).

Outubro/2014

Resumo

O mundo testemunha a existência de interessantes desenvolvimentos em termos analíticos nas bases da economia, nomeadamente tendo em conta as novas descobertas da neurociência relativas ao processo de tomada de decisão dos agentes. Os economistas deste novo ramo - neuroeconomistas - vêm hoje desenvolvendo uma disciplina que estuda o cérebro dos agentes no momento da tomada de decisão: a Neuroeconomia. Tal facto vem abrindo novas possibilidades de pesquisa para a resolução dos dilemas históricos que há muito tempo necessitam de soluções relativas ao comportamento económico das pessoas. Um dos dilemas mais importantes é o da utilização dos recursos energéticos no processo produtivo. Este dilema levou à apresentação deste estudo, constituindo uma alternativa relativamente aos estudos económicos tradicionais. Para tal consideramos algumas abordagens de pesquisa relativa à colecta de informações inconscientes dos agentes económicos com a utilização de equipamentos e técnicas específicas. Isto permitiu verificar de forma pontual a existência do efeito de contexto, de factores emocionais, a importância dos estímulos económicos e a criação de modelos analíticos baseados em Neuroeconomia associada aos métodos quantitativos, como é o caso dos modelos axiomáticos, por exemplo. Os resultados encontrados poderão contribuir para que empresas, profissionais e pesquisadores académicos obtenham uma base alternativa para o desenvolvimento de novos estudos nesta área.

Palavras-Chave: Neuroeconomia, Neuromarketing, energias renováveis, sustentabilidade, tomada de decisão.

Abstract

The world is witnessing significant developments in the analytical bases of the economy, considering particularly the new discoveries in neuroscience about the process of agents' decision making. Now economists (or neuroeconomists) are developing a discipline which studies the brain of agents when they make decisions. This discipline is Neuroeconomics. New research possibilities open the way to the resolution of the historic dilemmas that require real solutions for the economic behavior of people. One very important dilemma is related to the use of energy resources in the production process. This dilemma has led to the creation of an analytical tool that is presented in this study. For this we consider some research

approaches for the collection of unconscious information of economic agents with the use of sophisticated equipments and techniques. This allowed to check the existence of the context effect, of emotional factors, the importance of economic stimuli and to create analytical models associated with the neuro-based quantitative methods, as it is the case of axiomatic models. The results may contribute to companies, to professionals of several different areas and academics and researchers to obtain an alternative baseline for the development of new studies in this area.

Keywords: Neuroeconomics, Neuromarketing, renewable energy, sustainability, decision-making.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a minha esposa Thaís e ao meu filho Luigi. Vocês são demais. Amo vocês.

Depois aos meus pais Levi e Marly. Obrigado pelo amor e carinho que recebo desde que nasci.

Ao meu sogro Ítalo e a minha sogra Marlene pelo carinho.

A toda a minha família e aos meus amigos pela compreensão.

Ao meu amigo, mestre e CEO do ipdois neurobusiness Marcelo Peruzzo. Pelos ensinamentos e principalmente pela paciência.

Aos colaboradores do ipdois neurobusiness (e operadores dos equipamentos de *Eye Tracking* e *Face Reading* para os testes de Neuroeconomia), Pedro Colli e Thyago Peruzzo.

Ao pessoal da J Editora da cidade de Curitiba-PR, pela abertura e empreendedorismo ao permitirem a realização dos testes em suas dependências.

A todos os meus professores e aos colaboradores do Departamento de Métodos Quantitativos e Departamento de Matemática do ISCTE-IUL pelo apoio e pelo seu trabalho no programa de doutoramento.

Ao Prof. José Dias pelo seu acompanhamento empenhado neste processo do doutoramento.

Ao co-orientador deste trabalho Prof. Manuel Alberto Ferreira pelo empenho, colaboração e por compartilhar de sua vasta experiência com este aluno.

Agradeço também ao Prof. Manuel Coelho, pelo empenho e pela crítica sempre construtiva para o aprimoramento deste trabalho.

Certamente este trabalho não estaria sendo apresentado agora se não fosse por causa da visão deste homem que além de grande cientista é uma pessoa com um coração incrível que torna todo o processo de desenvolvimento do estudo um momento prazeroso. Trata-se do orientador deste estudo, o Prof. José António Filipe.

Lista de Siglas

ACh	Acetilcolina
ADN	Ácido desoxirribonucleico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ASC	Área Sob a Curva das Ondas
BOLD	<i>Blood Oxygenation Level Dependent</i>
BRIC	Brasil, Rússia, Índia e China
CBEE	Comercialização Brasileira de Energia Emergencial
CCC	Conta de Contribuição de Combustíveis
CDE	Conta de Desenvolvimento
CELPA	Centrais Elétricas do Pará
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
EEG	Eletroencefalograma
EGS	<i>Enhanced Geothermal System</i>
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
GW	Giga Watts
Ha	Hectare
Hz	Hertz
IEA	<i>International Energy Agency</i>
In	Índio
Kwh	Quilo (Kilo) Watts Hora
MCH	Minicentrais Hidrelétricas
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MME	Ministério de Minas e Energia
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration;</i>
NMSBA	<i>Neuromarketing Science & Business Association</i>
NOps	Número de Ondas por Segundo
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PET	Tomografia por Emissão de Positróns
RGR	Reserva Global de Reversão
RMf	Ressonância Magnética Funcional
SCMS	<i>Skin Conductance Measure System</i>
Se2	Composto de Selênio
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
USCA	Unidades de Supervisionamento e Controle em Corrente Alternada
USP	Universidade de São Paulo
Vca	Voltagem de corrente alternada
Vcd	Voltagem de corrente direta
ZnO	Óxido de Zinco

Índice

Introdução.....	1
PARTE I.....	11
1. Neuroeconomia	13
1.1 Algumas considerações sobre a evolução histórica da Ciência Económica.....	16
1.2 Uma questão de valor: Valor Trabalho, Valor Utilidade e Valor Biológico	19
1.3 Utilidade: Economia tradicional, economia comportamental e Neuroeconomia.....	27
1.4 A tomada de decisão. Teoria das decisões	34
1.5 Homo Economicus vs Homo Neuroeconomicus	38
2. Conhecendo a Neurociência.....	41
2.1 Algumas considerações gerais.....	41
2.2 O cérebro humano	44
2.3 Os Neurotransmissores e os hormónios	48
2.4 A teoria dos três cérebros	51
2.5 Técnicas de pesquisa em Neurociência e Neuroeconomia.....	53
2.5.1 <i>Face Reading</i>	54
2.5.2 <i>Eye Tracking</i>	54
2.5.3 Técnicas de SPET e PET	56
2.5.4 Ressonância Magnética Funcional	56
2.5.5 Condutância de Pele	58
2.5.6 Magnetoencefalograma (MEG).....	59
2.5.7 O futuro da pesquisa em Neuroeconomia: a optogenética pode ajudar consumidores e vendedores?	60
3. Interação entre o cérebro e o comportamento humano	63
3.1 Uma questão de percepção	63
3.2 Uma breve descrição acerca da consciência e da inconsciência	65
3.2.1 Os primórdios da consciência e da inconsciência	65
3.2.2 Uma abordagem à luz da Neurociência.....	66
3.2.3 Tipos de consciência.....	68
3.2.4 O carácter constitutivo da irracionalidade e a mente inconsciente	68
3.3 Memória: longo vs curto prazo	69
3.4 Neurónios-espelho.....	71
3.5 A importância da genética e da memética para a tomada de decisão: o <i>gene</i> e o <i>meme</i>	73
3.5.1 Genética.....	73
3.5.2 Memética	74
4. Alguns problemas económicos em economia comportamental e Neuroeconomia	77
4.1 Efeito Contexto	77
4.2 Incerteza	79
4.3 Tempo.....	80
4.4 Interação entre estratégia e normas sociais	81
4.5 Equidade.....	82
4.6 A “verdadeira relação” entre demanda, oferta e os problemas económicos.....	83
4.7 O problema das previsões	87
4.8 Seguir a manada	88
4.9 Efeito contexto na tomada de decisão dos agentes no sector eléctrico	89

5. Estímulos e orientações em Neuroeconomia	93
5.1 Identificando as emoções dos agentes no processo de tomada de decisão	93
5.2 A geração de estímulos para orientação dos tomadores de decisão	95
5.3 A ética e a moral na Neuroeconomia.....	98
5.4 Aprendizagem por reforço.....	99
6. Métodos Quantitativos em Neuroeconomia.....	103
6.1 Unindo conceitos: Neuroeconomia e Métodos Quantitativos.....	105
6.2 Regressão Logística.....	106
6.3 Modelos em Neuroeconomia	108
6.3.1 Questões Gerais.....	108
6.3.2 Um Modelo para o Sistema Dopaminérgico	110
6.3.3 Neuroprobabilidade	114
6.3.4. Modelação neuroeconómica da tomada de decisão	121
PARTE II.....	129
7. Características do Sector Energético no Brasil	131
7.1 A Neuroeconomia e o sector eléctrico.....	131
7.2 A Energia Eléctrica como Causa da Riqueza das Nações	132
7.3 Um Breve Histórico do Mercado da Energia Brasileiro	133
7.4 Organização do sector energético brasileiro	136
7.4.1 Agências Reguladoras	136
7.4.2 Poder Executivo	137
7.5 O Potencial da energia eléctrica no Brasil.....	140
7.6 Energia Alternativa: uma solução para a Amazónia.....	141
7.7 O governo e a sua função neste novo cenário	146
7.8 O futuro das energias renováveis: seis fontes de energia ilimitada.....	147
PARTE III.....	151
8. O Estudo.....	153
8.1 O efeito de Contexto (Parte I)	153
8.2 Teste Contexto – (Parte II)	155
9. Estudo por questionário.....	157
9.1 Qual o grupo responsável pela não utilização de energias renováveis na Amazónia?.	157
10. Estudo de Identificação de Perfil mental dos agentes económicos (<i>Leitura Facial</i>).....	161
10.1 Resultados <i>Leitura Facial</i>	161
11. Resultado <i>Eye Tracking</i>	167
11.1 Conhecendo o <i>Eye Tracking</i>	167
11.2 Experimento com <i>Eye Tracking</i>	169
11.2.1 <i>Eye Tracking</i> incluindo os AOIs.....	173
12. Alguns apontamentos sobre os resultados encontrados.....	175
13. Considerações Finais sobre os Resultados Gerais do Estudo	177
CONCLUSÃO	181
PISTAS PARA INVESTIGAÇÃO FUTURA.....	185
BIBLIOGRAFIA.....	187
ANEXOS.....	201

Introdução

Para muitos, o Brasil, ainda é o país do presente! E a perspectiva positiva que se sente acerca do futuro do país é imensa. O sucesso económico das últimas décadas tem trazido consigo muitos desafios de onde surgem muitas possibilidades. Contudo a solução para a transposição destas barreiras ao desenvolvimento económico desagua muitas vezes na incapacidade dos agentes económicos tomarem decisões racionais em termos da alocação dos recursos do país, com particular destaque para os recursos energéticos.

Seja por sua exuberância natural, seja pela alegria do seu povo ou até mesmo pela sua economia, hoje o Brasil é uma realidade promissora enquanto país, enquanto nação, enquanto economia. Contudo, o caminho para chegar a este momento histórico foi tortuoso. Muitos desencontros e dificuldades marcaram a sua História. Pode referir-se, por exemplo, a exploração por povos estrangeiros, a corrupção, a desigualdade, a violência, a degradação do meio ambiente... para só alguns serem referidos.

Entretanto à medida que estas barreiras vão sendo superadas, novas barreiras surgem sob a forma de paradoxos. É o caso da forma como os recursos naturais têm vindo a ser explorados. Este paradoxo coloca o homem diante do seguinte dilema: utilizar os recursos enquanto são valorados pelos consumidores no presente (afinal não se sabe se estes recursos terão valor futuro como o que têm hoje); ou preservar estes recursos para as gerações futuras.

A verdade é que as externalidades negativas decorrentes da utilização dos recursos naturais devem ser minimizadas. Mas como se verá no decurso deste estudo, esta não é uma missão fácil, pois as variáveis envolvidas nas tomadas de decisão abrangem a aleatoriedade, como no caso do comportamento da natureza (o clima); e por conta de variáveis previsíveis, mas que são encaradas pelos tomadores de decisão como aleatórias, como é o caso do comportamento das pessoas no mercado.

A dificuldade em contornar o problema da geração de externalidades (portanto envolvendo a questão do homem ser racional nas decisões relativas aos recursos naturais) tem de facto origem nesta própria condição humana relativa à racionalidade (pelo menos numa parte do tempo). Esta análise pode ser antevista, por exemplo, desde logo por via da teoria económica ortodoxa, que contempla uma visão baseada na racionalidade para resolver os problemas referentes aos recursos naturais. Contudo, poder-se-á constatar que a alocação dos recursos naturais não é tão “simples” quanto o supunham os economistas ortodoxos. Isto acontece porque se verifica na realidade um viés ao comportamento otimizador por parte dos agentes

na economia. Afinal, são pessoas que decidem sobre a exploração dos recursos; e as pessoas estão sujeitas a erros e a uma série infinita de distorções comportamentais decorrentes de muitos estímulos, alguns conscientes e muitos inconscientes por ocasião da tomada de decisão.

Abordando os recursos naturais e as formas de produção de um modo integrado, pode verificar-se que muitos são os produtos que derivam diretamente dos próprios recursos naturais, na sua forma mais intrínseca. O economista Joseph Schumpeter (1883-1950) classificou os produtos em ordens. Quanto mais o produto é processado e se distancia de sua forma enquanto matéria prima, maior a sua ordem, sendo os recursos naturais como ar, água, ou terra, considerados bens de primeira ordem (ver Schumpeter, 1982 [1964]). Neste estudo destacar-se-á um bem que pode ser classificado como um bem de segunda ordem: a energia eléctrica. Este produto foi escolhido por ser um produto determinante para a economia de qualquer país. Por exemplo, para saber como anda a economia de um país, “basta” acompanhar a produção e a produtividade da geração de energia eléctrica desse país. Desta forma, desde logo, indicadores confiáveis acerca daquela economia serão gerados.

Sendo os recursos escassos, decidir acerca da sua alocação é fundamental para a economia e para as actividades das pessoas de uma forma geral. Contudo, na maioria das vezes as decisões são tomadas, por exemplo, com base nos factores biológicos do ser humano, como as emoções e dificuldades de entendimento de factores ambíguos, havendo, no entanto, outros factores a influenciar esse processo. Sendo assim, as teorias ortodoxas baseadas na racionalidade do homem mostram-se ineficazes para analisar e para prever qualquer tendência acerca da utilização destes factores.

Como se isso não bastasse, tal como aconteceu nos anos da década de 1930, o mundo desenvolvido tem assistido a mais uma forte crise económica. E da mesma forma como ocorrera na crise dos anos 30, a teoria económica, embora de forma generalista, é responsabilizada pela sua incapacidade em explicar e resolver os problemas económicos. Especificando um pouco, há um questionamento - assim como outrora - acerca da capacidade dos mercados se auto-regularem e uma crítica severa contra o perfil do ser imaginário chamado de “*homo economicus*”, conceito comportamental imaginado para o homem quanto às suas decisões económicas.

Estas críticas apontam para uma provável disparidade entre o conceito do “*homo economicus*” e o verdadeiro comportamento do homem quanto às suas decisões perante os fatos económicos. Com base nestas duas críticas aos modelos de análise utilizados até então

pela economia tradicional, surgiu um número significativo de tentativas de suprir as necessidades de um modelo analítico que seja representativo e fiável para a tomada de decisão na economia. Considerando os modelos propostos, podemos destacar o modelo baseado na “Neuroeconomia”. Estas abordagens são baseadas em modelos que oferecem possibilidades alternativas e fiáveis para a elaboração e execução de pesquisas referentes à investigação do comportamento dos agentes económicos, em especial, das variáveis referentes ao consumo de energia eléctrica, no estudo que propomos, e ainda mais especificamente, sobre o modal escolhido para a geração da energia eléctrica por parte dos agentes. Esta vertente da teoria económica prima pela análise através de exames laboratoriais do cérebro humano quando são expostos a situações de decisão económica, além de outras técnicas de pesquisa direccionadas à captação de dados fisiológicos dos indivíduos.

A escola clássica de economia, fundada por Adam Smith (2013 [1776]), tinha como pilar teórico a ideia da existência de uma “*mão invisível*” no mercado, que o conduziria sempre para a situação de equilíbrio. Em outras palavras, de uma forma genérica, os economistas clássicos acreditavam que as economias de mercado tinham a capacidade de, sem a interferência do governo, utilizar de maneira eficiente todos os recursos disponíveis (ver Lopez e Vasconcellos, 2000, p. 15). Apesar de ter sido absolutamente contestada aquando da crise dos anos 30, por Keynes (1883-1946), voltou a ser aceita e difundida - principalmente nos EUA - e de uma forma muito particular por muitos governistas, empresários, académicos, pesquisadores e outros actores na economia. Contudo após o estouro da crise em 2008, a culpa foi direccionada também muito especialmente aos banqueiros “gananciosos” e aos economistas, que demonstraram incapacidade de explicar e solucionar os novos problemas causadores desta crise. No entanto ela não foi só culpa dos banqueiros e dos economistas, como sugerem muitos jornais “sensacionalistas” de todas as partes do mundo. Segundo o Professor de economia da FEA-USP, Antônio Delfim Neto (2010) “ela é o testemunho de uma ideia, ou melhor, de um pressuposto que provou ser falso: a crença de que os mercados financeiros eram eficientes e os agentes racionais”.

Para Stiglitz citado por Teixeira e Porto (2009, p. 157) “o modelo básico de homem económico, a noção de que indivíduos são necessariamente racionais, também foi posta em questão”. Isto significa que o conceito do “*homo economicus*”, que define o homem como um ser racional, capaz de fundamentar suas decisões com base em suas razões económicas foi contestado por académicos - de diversas áreas do conhecimento - que fundamentaram suas críticas na distância existente entre os resultados obtidos nas análises económicas derivadas

ou baseadas neste conceito e o que realmente ocorre com o ser humano à luz das verdadeiras variáveis que influem nas decisões económicas.

Nesta crise económica que provocou a contestação das ferramentas amplamente utilizadas pelos economistas, vem-se evidenciando então o surgimento de teses alternativas à economia tradicional. No caso da “*Neuroeconomia*”, que direciona seus estudos à investigação das variáveis fisiológicas que determinam as escolhas económicas das pessoas, pode-se afirmar que esta abordagem analisa as tomadas de decisão partindo da óptica do homem como um ser que toma suas decisões económicas de forma cognitiva. Em suma, ao contrário do que propõe a ideia do “*homo economicus*”, tem-se comprovado por meio de vários testes, que homens e mulheres surgem como seres emocionais, contraditórios, medrosos, ou seja, extremamente humanos (ver Teixeira e Porto, 2009, p.136).

Graças aos avanços da Neurociência, com destaque para as modernas técnicas de imageologia, como a RMf (Ressonância Magnética Funcional), Tomografia computadorizada, EEG (Eléctro Encefalograma), hoje é possível a verificação com precisão das funcionalidades do cérebro humano. Diante das novas possibilidades, os economistas – assim como em outro momento histórico fizeram com a estatística, a filosofia, a matemática e outras disciplinas – apropriaram-se dos conceitos da Neurociência para fundar a Neuroeconomia, embora também muitos neurocientistas estejam utilizando os fundamentos da economia para verificar o processo cerebral da tomada de decisão na vida económica.

Ver-se-á também neste estudo, que entender o funcionamento do cérebro dos agentes económicos é muito importante, embora não garanta a verificação dos resultados, e muito menos a realização de previsões fiáveis. Na verdade, a Neuroeconomia necessita de apoio de ferramentas analíticas que proporcionem segurança no processo de avaliação dos dados encontrados nas pesquisas cerebrais e comportamentais.

O homem contemporâneo precisa de ferramentas fiáveis para tomar decisões no mundo económico, nomeadamente, como é o caso presente, quando o assunto envolve a geração de energia eléctrica para a produção de bens e serviços e para o consumo das famílias.

No decorrer deste estudo dar-se-á ênfase ao problema da implantação das energias renováveis no sector eléctrico brasileiro, verificando os programas políticos e os incentivos a empresas privadas, além de outros aspectos a analisar relativamente ao processo de decisão que são direccionados a esse objectivo.

Far-se-á também uma análise técnica cuja base teórica reside na Neuroeconomia. Nesta etapa do estudo, far-se-á uma análise comparativa da pesquisa tradicional em relação a esta

metodologia baseada na Neuroeconomia. Também será apresentado o estudo referente à forma, ou ao contexto, como as decisões são apresentadas aos agentes. Em segundo lugar, uma pesquisa por questionário será feita para inquirir sobre o grupo social percebido como o maior responsável pela não utilização de energias renováveis na Amazônia, e far-se-á também uma análise sobre vários modelos apresentados na área da Neuroeconomia e uma análise relativa em termos quantitativos relativa aos dados disponíveis. Em seguida, apresentar-se-á um teste baseado na tecnologia de leitura das microexpressões faciais para averiguar a emoção que mais aparece aquando da apresentação da imagem dos grupos responsáveis pelo insucesso da utilização de energia renovável na Amazônia. Depois, baseado no mesmo princípio de apresentação de imagens de figuras ligadas a certos grupos sociais, apresentar-se-á o estudo de mapeamento ocular baseado em *Eye Tracking*. Far-se-á também uma análise destes dados à luz dos modelos apresentados. Por fim, apresentar-se-á uma conclusão, acompanhada de alguns apontamentos para pesquisas e estudos futuros relacionados com a Neuroeconomia e o sector energético brasileiro.

De uma forma geral poder-se-á operacionalizar um conjunto de conceitos acerca da Neuroeconomia e realizar testes e estudos específicos sobre os agentes envolvidos na alocação dos recursos naturais da Amazônia, em especial, do sector energético.

Finalidades e objectivos da Investigação

Hipótese

Neste estudo desenvolveu-se a ideia de que os elementos analíticos da Neuroeconomia podem representar ganhos de eficácia e eficiência analítica quando combinados com os métodos quantitativos no que se refere à tomada de decisão relacionada com a implantação e utilização de energia renovável no Brasil.

Tema

O sector eléctrico brasileiro à luz da Neuroeconomia: o caso das energias renováveis.

Campo de Análise

O campo de análise resulta de estudos comportamentais e cerebrais do processo de tomada de decisão dos agentes e dos prováveis impactos destas decisões para o sector energético brasileiro. Para tal pretende-se realizar um trabalho de base que permita:

- A apresentação do referencial teórico da Neuroeconomia;
- O reconhecimento da racionalidade limitada dos agentes económicos;
- O entendimento do papel das emoções na tomada de decisão;
- A compreensão dos processos cerebrais envolvidos na tomada de decisão;
- A associação de técnicas neuroeconómicas aos conceitos de métodos quantitativos para o estudo do impacto de energias renováveis.
- A interpretação e a projecção de análises relativas a modelos na área da Neuroeconomia e sua aplicação à área das energias renováveis.

Objectivos

Objectivo Geral

Contribuir para a criação de um quadro de referência para a análise e tratamento das variáveis neuroeconómicas determinantes da implantação de energias renováveis para a economia, para a sociedade e para o meio ambiente por meio da utilização do arcabouço teórico da Neuroeconomia associada aos métodos quantitativos.

Objectivos Específicos:

- Apresentar o referencial teórico da Neuroeconomia;
- Análise de modelos neuroeconómicos e sua possível aplicação à energia renovável;
- Identificação do papel do contexto decisório;
- Verificação do perfil mental dos agentes económicos;
- Análise de dados relativos ao comportamento dos agentes.

Justificativas

O sector energético é muito importante para as pretensões do Brasil em crescer de forma consistente nos próximos anos. Sabendo disto, em tese, o governo investe de forma considerável para a diversificação energética no país.

O Brasil é um país enorme em termos territoriais, o que torna o processo de levar energia a todos um considerável desafio para o governo e para as empresas responsáveis. Para tal, além de diversificar as matrizes energéticas, tem-se o objectivo de implantar “energias renováveis” de energia eléctrica nas localidades mais isoladas, principalmente na região amazónica, cuja

superfície é retalhada por rios, além é claro de sua extensão continental. Para piorar ainda mais este processo, as aplicações destas “energias renováveis” foram mal sucedidas por conta da gestão dos agentes consumidores, que inviabilizaram o processo por meio da depredação da estrutura física das “energias renováveis” e por meio do impedimento por conta de conflitos com membros do grupo com livre acesso a este bem.

Apesar de todo um arcabouço teórico e prático de que dispõem o governo, a agência reguladora e as empresas do sector eléctrico, percebe-se uma incapacidade sistemática para a resolução do problema referente à implantação das “energias renováveis” e de suas aplicações com base nas teorias tradicionais (ortodoxas) da economia. Tal fato permite a introdução de uma abordagem alternativa na tentativa de obter melhores resultados acerca da explicação do comportamento dos agentes económicos.

A Neuroeconomia apresenta-se pois como uma possível solução para o mapeamento daquilo que se passa na mente dos agentes, podendo-se constituir portanto como uma importante ferramenta analítica.

Contudo só mapear os factores que desencadeiam as acções dos agentes económicos não garante aos tomadores de decisão governamentais um resultado ideal. É necessário ir mais além, e é aí que este estudo se justifica mais ainda, utilizando ferramentas analíticas para suporte das políticas adoptadas.

Portanto, este estudo vem propor uma nova abordagem procurando contribuir para solucionar os problemas de gestão das energias alternativas no Brasil.

Contribuição

Este estudo admite que o homem na maioria das vezes toma suas decisões económicas de forma inconsciente. Este estudo consiste numa tentativa de ajudar os agentes a tomar decisões mais fiáveis, mas também em abordar uma temática nova para os padrões brasileiros com a utilização da Neuroeconomia associada aos métodos quantitativos. Por fim, considerando que o sector energético é um sector chave para a economia brasileira, este estudo permitirá a académicos, executivos e demais actores económicos ver nesta abordagem uma alternativa acerca da tomada de decisão envolvendo o sector energético brasileiro. Além disto, proporcionar-se-á um entendimento específico das variáveis envolvidas na formulação da demanda e oferta dos recursos energéticos brasileiros através desta via.

Diante dos poucos trabalhos no Brasil que abordam o tema do mercado de energia como este pretende, identifica-se no presente trabalho, graças aos avanços da Neurociência,

especificidades que poderão contribuir para alterar a forma como estudos referentes ao sector energético são fundamentados e apresentados.

Metodologia de abordagem e modelo aplicado

O universo da pesquisa é constituído por consumidores da energia fornecida pela rede pública, assim como consumidores de energia alternativa em localidades isoladas. Para o primeiro estudo, de “contexto nas decisões” realizar-se-á uma amostragem estratificada. Como referem Hill e Hill (2008, p. 41) “ao conjunto total dos casos sobre os quais se pretende retirar conclusões dá-se o nome de população ou universo”. Para tal, o estudo utilizou como técnica de análise de estimação a “técnica do polegar” que, segundo Hill e Hill (2008, p. 41), “[...] é um guia, ou seja, uma regra de aproximação baseada nas experiências de muitos investigadores”. Esta técnica tem como objectivo estimar o tamanho mínimo da amostra, permitindo uma análise estatística adequada a esta pesquisa que consiste em uma análise simples.

Quanto aos fins, esta pesquisa é explicativa, pois tem como principal objectivo tornar algo inteligível, justificar-lhe os motivos. Visa, portanto esclarecer quais os factores que contribuem de alguma forma, para a ocorrência de determinado fenómeno (ver Vergara 2004, p. 47). Quanto aos meios, a pesquisa é de campo, já que ocorre em um local que dispõe de elementos para explicar o fenómeno estudado, com a aplicação de entrevistas, questionários e testes acerca do mercado de energia eléctrica. É também documental, pois se utiliza documentos da agência nacional de energia eléctrica. A pesquisa é bibliográfica, levando em conta que vários livros, revistas científicas, artigos electrónicos e jornais serão utilizados para o estudo. A pesquisa se enquadra também como experimental, pois se aplica o uso de laboratório para manipular e controlar variáveis independentes, observando as variações que estas manipulações geram nas variáveis dependentes. A pesquisa experimental é aquela que determina o objecto do estudo, relacionando as variáveis, de modo a conceituar as formas de observação e controle. As vantagens são o grande grau de clareza, objectividade e precisão nos resultados (ver Estevam, 2005, p. 174).

Instrumentos de Trabalho

- Pesquisa bibliográfica;
- Estudo de caso;
- Pesquisa documental;

- Análise de dados estatísticos;
- Questionários a gestores de grandes empresas brasileiras e portuguesas;
- Utilização do *software* para leitura facial;
- Coleta de dados com o mapeamento ocular com a tecnologia *Eye Tracking*.

Delimitação e/ou contextualização do tema

O estudo ora em evidência almeja, à luz da Neuroeconomia, analisar os aspectos referentes à tomada de decisão por parte dos agentes económicos na alocação dos recursos naturais, em particular, ao mercado dos recursos energéticos renováveis do Brasil. Para tal serão realizados testes baseados nas teorias e práticas da Neuroeconomia, em que será considerada uma condição prévia da existência do viés cognitivo na tomada de decisão dos agentes. Estes testes (laboratoriais e em campo) basear-se-ão em situações de tomada de decisão, associadas a decisões particulares relativas ao sector energético.

Este estudo não se restringirá à análise do comportamento dos agentes diante das situações de decisão na vida econômica. Utilizar-se-á modelos e análise de dados para avaliar o comportamento global dos estímulos gerados nos agentes económicos do sector energético do Brasil.

Identificação do Problema

As teorias económicas tradicionais não conseguem explicar com eficácia a realidade do sector energético brasileiro, em que se evidencia uma crescente demanda por ampliação da capacidade produtiva de energia eléctrica. Logicamente, também não apresentam condições para realizar qualquer tipo de previsão.

No Brasil, tanto o governo como as unidades produtivas têm acompanhado uma busca pela ampliação das fontes tradicionais de energia eléctrica como a hidroeléctrica e a termoeléctrica e das fontes alternativas como a energia solar fotovoltaica, eólica, biodiesel, etanol, entre outras. Mas este esforço vai além da ampliação da capacidade produtiva. Além de produzir é necessário que se faça com que essa energia chegue aos consumidores e às unidades produtivas de todas as regiões do Brasil.

Neste contexto, surge uma problemática interessante para esta pesquisa que consiste em descobrir os pormenores da implantação de modais de energias renováveis na grande região brasileira, com destaque para as localidades isoladas do Brasil, em especial na região

amazónica, onde o acesso à energia é extremamente difícil.

Os desafios para a implantação das energias renováveis como fonte de energia eléctrica são enormes e tortuosos tanto para o governo como para as empresas e população em geral. Os efeitos positivos para a economia e para sociedade tendem a ser igualmente de difícil mensuração.

Portanto além da dificuldade teórica em analisar o mercado de energia com base na economia tradicional, surge mais um problema, o da dificuldade logística para a implantação de energia em localidades isoladas. Tem-se também um problema para visualizar os efeitos económico-sociais globais de se implantar ou não as energias renováveis no Brasil.

Emerge desta forma a pertinência da utilização dos métodos quantitativos para a análise dos dados, e como ferramenta capaz de fazer com que os agentes económicos visualizem os efeitos a longo prazo da implantação dos modais de energias renováveis no Brasil.

Com base no exposto este estudo pretende saber sobre os impactos para a tomada de decisão dos agentes económicos da implantação das energias renováveis para o sector energético brasileiro tendo em vista uma análise com base na Neuroeconomia.

PARTE I

1. Neuroeconomia

A Neuroeconomia é a fusão não somente da Neurociência com a Economia como o próprio nome sugere, como também a junção de muitas outras disciplinas (como biologia, física, química, estatística, matemática, psicologia, farmacologia, entre outras) que caminham na direcção de uma tomada de decisão mais “realista” e adequada ao quotidiano por parte dos agentes económicos. Ou seja, a Neuroeconomia surgiu da necessidade de alcançar resultados mais confiáveis acerca das decisões económicas das pessoas.

Apesar de se colocar os conceitos de Neuroeconomia no “enquadramento teórico” não se pode afirmar que existam teorias neuroeconómicas como ocorre na economia tradicional. A Neuroeconomia resulta de um conjunto de resultados biológicos e matemáticos de situações do processo cerebral da tomada de decisão das pessoas na economia.

Segundo Gul e Pesendorfer (2005, p. 02) identifica-se como Neuroeconomia a pesquisa que implícita ou explicitamente, faz uma das seguintes reivindicações:

- gera uma prova psicológica e fisiológica (tais como descrições de estados hedônicos e processos cerebrais) que são diretamente relevantes para as teorias económicas. Em particular, podem ser usados para suportar ou rejeitar os modelos económicos ou metodologia económica.
- o que faz as pessoas felizes (verdadeira utilidade) difere da utilidade tradicional que leva os agentes a escolherem racionalmente (utilidade tradicional). A análise económica deve basear-se na “verdadeira utilidade”.

A economia que vinha visando os modelos económicos da escola neoclássica baseou a formulação de seus modelos em premissas advindas da física e também na matemática. Neste sentido o importante na criação de modelos económicos passava por definir a relação (por vezes misteriosa) entre variáveis, sendo a lógica endógena do modelo de igual importância para a explicação do sistema analisado. Esta é uma herança de Isaac Newton (1643-1727). Porém esta suposição de que as ações humanas na vida económica poderiam ser modeladas sem serem observadas diretamente constitui um erro de análise (ver Zak, 2007, p. 2).

A Neuroeconomia consiste em um novo campo de estudos em economia que analisa as relações entre a organização interna do cérebro e o comportamento dos indivíduos. Baseia-se na tomada de decisões individuais, na interacção social e diante de instituições como o mercado (ver Sandroni, 2007, p. 907). É também um campo emergente transdisciplinar que usa técnicas de medição da Neurociência para identificar os substratos neurais associados às

decisões econômicas (ver Zak, 2004, p. 1737). Contudo, existem alguns casos em que ocorre a combinação de conceitos e práticas de Neuroeconomia com metodologias tradicionais como acontece, por exemplo, com a utilização de axiomas aplicados (ver Caplin e Dean, 2007, p. 16).

Este novo campo de estudo tem em sua essência a premissa de que o ser humano é basicamente irracional e movido por vieses cognitivos derivados do inconsciente; e por isto a Neuroeconomia propõe uma visão antagônica relativamente à visão tradicional da economia, o que lhe garante uma reconhecida importância para o desenvolvimento de estudos econômicos que representem um caminho mais fiável para a tomada de decisão e compreensão dos complexos problemas econômicos desta época.

Mas nem tudo são “flores” na Neuroeconomia. É necessário considerar algumas críticas. Segundo Gul e Pesendorfer (2005, p. 02) tanto os neurocientistas que adotaram a economia, como os economistas que adotaram a neurociência simplificaram demais as coisas. Isto implicou uma generalização do conteúdo, o que viria a fazer da Neuroeconomia uma espécie de disciplina “amadora”. Certamente essas referências à Neuroeconomia por esses autores devem ser levadas em consideração.

A Neuroeconomia não consiste na associação genérica entre a economia e a neurociência, quer dizer, ou é unicamente economia ou é unicamente neurociência. Ou seja ainda, Neuroeconomia não é simplesmente economia e também não é simplesmente neurociência. A Neuroeconomia é uma disciplina particularmente nova. De facto, a Neuroeconomia - como disciplina não consolidada – tem ainda o seu objeto de estudo tal como o seu método mal definidos ou mesmo indefinidos, o que tem levado a que se abra espaço para uma certa dificuldade de desenvolvimento e resolução dos problemas que ela prevê estudar. Muitas vezes, isso conduz a equívocos nas aplicações. Tal facto leva à impossibilidade de contestação teórica. Portanto, a Neuroeconomia “não explica” a neurociência e a neurociência “não pode explicar” a economia.

Um ponto a realçar que pode ser, contudo, apresentado em favor da Neuroeconomia é o de que esta disciplina foi construída ao longo do tempo (como será visto mais à frente). Não surgiu repentinamente. Portanto muitos estudos foram levados a cabo para que hoje possa ter um campo de estudo independente.

Outra crítica, esta mais generalista, é a de que os neuroeconomistas não conseguem ajustar os modelos neuroeconómicos para uma crítica exata dos modelos ortodoxos. Também fazem, por vezes, mau uso das informações obtidas, além de não considerarem os resultados

comportamentais (ver Neumaerker, 2007, p. 75). Sobre estas críticas especificamente, este autor não considerou que grande parte dos neuroeconomistas considera os resultados finais (comportamentais) para a análise neuroeconómica. Testes para a obtenção de resultados fisiológicos são recentes e precisos. Entretanto, as pesquisas ainda dependem dos projetos dos pesquisadores e da sua perspicácia perante os desafios existentes nestas pesquisas. Como resultado, as pesquisas em termos qualitativos podem variar de estudo para estudo, mas isto não significa fazer mau uso de informações.

O objetivo da Neuroeconomia não é refutar, em si, todos os estudos de economia ortodoxa. Os economistas por pura curiosidade e por hábito costumam comparar. Entretanto, a Neuroeconomia vem despertando o interesse de muitos pesquisadores e tem apresentado possibilidades antes não imaginadas por economistas tradicionais.

Antes de fazer um aprofundamento do conceito da Neuroeconomia, torna-se necessário compreender um pouco melhor os factores que levaram a teoria económica a este ponto da História.

Com efeito, é agora oportuno fazer uma clarificação relevante sobre a evolução da abordagem comportamental da economia, culminando com o surgimento da própria Neuroeconomia.

A primeira crítica consistente contra a economia ortodoxa foi apresentada em “O Capital” de Karl Marx (1867) através de uma crítica ao capitalismo e ao livre mercado. Mais tarde a defesa da teoria clássica na sua forma mais pura ficou insustentável, por conta de um evento que veio a contribuir de forma definitiva para o surgimento de novas críticas à economia liberal: a *grande depressão* de 1929, representada pelo *crash* da Bolsa de Nova Iorque, sendo a obra de Keynes a mais influente no período da crise, principalmente por contestar a racionalidade dos agentes económicos e por vir a introduzir - embora mais tarde - o conceito do *espírito animal* como desencadeador das flutuações económicas. Em 1971, os trabalhos de Daniel Kahneman (1934-) e Amos Tversky (1937-1996) deram início à Neuroeconomia, rendendo-lhes o Prémio Nobel de Economia em 2002. O professor de economia da Universidade da Califórnia George Akerlof também recebeu o prémio Nobel em 2001. Outro pesquisador premiado foi Gary Becker da Universidade de Chicago nomeadamente com o artigo “A abordagem económica do comportamento humano”, de 1976 (Prémio Nobel de Economia em 1992). Na década de 80, o economista Richard Thaler continuou os estudos de Kahneman e publicou um artigo contendo a essência do que viria a ser a *teoria positiva do consumidor*.

Nos dias atuais os neuroeconomistas estão já bem organizados. Estudos e educação específica

sobre o tema estão sendo desenvolvidos em todo o mundo, com destaque para a *Society for Neuroeconomics*, que conta com grandes centros de pesquisa (Duke University, University of London, Harvard, MIT, entre outras) e para a NMSBA (*Neuromarketing Science & Business Association*) com sede em Amesterdão na Holanda.

Hoje, após a turbulência provocada por uma grande crise financeira e económica que veio a abalar muitas economias do mundo globalizado, surgem novos focos de insatisfação com as ferramentas tradicionais de análise económica. Desta vez a economia conta com a colaboração de neurocientistas na busca de resultados próximos da realidade. A Neuroeconomia sai assim de uma situação de marginalidade para colocar-se numa importante posição no cenário económico.

1.1 Algumas considerações sobre a evolução histórica da Ciência Económica

A intenção maior da ciência económica desde sua fundação foi a de analisar como são gerados os preços e as quantidades dos bens produzidos e dos factores de produção existentes na economia: primeiro os economistas clássicos com o “Laissez Faire” e depois os neoclássicos com a racionalidade dos agentes económicos, passando por Keynes e o seu *espírito animal*.

O primeiro grande pensador da economia enquanto ciência foi Adam Smith (1723-1790). Frequentou as Universidades de Oxford e Glasgow tendo o seu primeiro livro sido “A Teoria dos Sentimentos Morais”. Foi somente em 1776 que Adam Smith publicou o livro que o consagraria e fundaria uma nova ciência para o mundo, “Uma Pesquisa Sobre a Natureza e as Causas das Riquezas das Nações”. Desta forma, Adam Smith foi o primeiro a lançar os fundamentos para o campo da teoria económica, tornando seu estudo compreensível e sistemático.

Para Adam Smith a natureza era o melhor guia do homem, entendendo que a “providência” dispôs as coisas de tal forma que se os homens e as mulheres fossem deixados livres para buscar seus próprios e legítimos interesses, eles agiriam naturalmente favorecendo o melhor para a sociedade. Tenham ou não a intenção, as pessoas se ajudam umas às outras, procurando ajudar-se a si mesmas (ver Eduardo 2009, p. 20). Este é o conceito de *mão Invisível* que indica que o homem ajuda a sociedade de forma involuntária ao buscar seus próprios interesses económicos. E foi com base neste conceito simplista que Smith contestou a interferência dos governos na economia, pois se isto fosse verdade os mercados se auto-regulariam.

Porém ao contrário do que pensava Adam Smith, a economia não era tão simples - estática - como parecia ser, já que a *mão Invisível* só funcionava como proposta em uma espécie de mundo ideal, sendo que quando este conceito era aplicado ao mundo real, várias imperfeições podiam ser constatadas. Um exemplo disto surge quando a estrutura de um determinado mercado não se configura por meio de uma concorrência perfeita; ou ainda em países em desenvolvimento cuja configuração de mercado é completamente diferente da que existia na Inglaterra do tempo de Adam Smith.

Tais abordagens também geraram imperfeições no que diz respeito à questão da análise da geração de valor (será discutido mais à frente), que para os clássicos era algo “substantivo”. Vale lembrar que para os clássicos, o valor estava directamente ligado ao bem em si.

Considerando agora a Escola Neoclássica, refira-se que suas análises se baseavam em aspectos individuais de cada bem e de cada factor de produção. Segundo Luque e Schor (2000, p. 13), “um produto é visto com suas características específicas, ou seja, laranjas distinguem-se na análise dos demais bens, como por exemplo, abacates, automóveis, etc”. A Escola Neoclássica surgiu na medida em que a teoria clássica demonstrava incapacidade para explicar os problemas económicos, em especial acerca da questão do valor, pois diferentemente dos clássicos, os neoclássicos consideravam o valor como sendo derivado da relação entre o objecto em si e a pessoa que o deseja.

A economia neoclássica é o que se chama de uma meta-teoria. Está suportada em um conjunto de regras implícitas ou de entendimentos para a construção de teorias económicas satisfatórias: pessoas racionais preferem entre resultados; indivíduos maximizam utilidade e firmas maximizam lucros; pessoas agem racionalmente com base em toda a informação relevante. Teorias baseadas ou orientadas por estes pressupostos são teorias neoclássicas (ver Eduardo, 2009, p. 24).

A análise da escola neoclássica caracteriza-se fundamentalmente por ser microeconómica, baseada no comportamento dos indivíduos e nas condições de um equilíbrio estático, estudando os grandes agregados económicos a partir desse ponto de vista e com uso da matemática (ver Sandroni, 2007, p. 309).

A teoria neoclássica se preocupa em analisar o mercado e outras variáveis explicativas dos preços relativos de produtos e serviços, indicando as possibilidades de alocação dos recursos existentes tanto das famílias como das empresas. Propõe, portanto, a busca pela explicação de como é gerado o preço dos produtos finais e dos factores de produção num equilíbrio, geralmente perfeitamente competitivo.

A evolução ocorrida nos estudos de economia pode ser representada pela figura do *homo economicus* que, em tese, seria a representação do homem - um modelo - que serviria de base para a explicação do momento de sua tomada de decisão em sua vida económica. Desta forma, a existência ou criação do *homo economicus* foi essencial para a elaboração das explicações decorrentes da óptica neoclássica que era, em síntese, representar quantitativamente as possibilidades de alocação de recursos.

Antes que se conclua acerca das observações sobre a escola neoclássica, torna-se necessário clarificar um pouco mais sobre o individualismo metodológico. Metodologicamente, a análise neoclássica assenta em três grandes princípios. O primeiro consiste em procurar explicação para os fenómenos observados dos próprios indivíduos considerados como átomos da sociedade, idênticos uns aos outros. O segundo princípio indica a racionalidade do homem na tomada de decisão. E o terceiro princípio estabelece que cada indivíduo persegue seu próprio objectivo particular (ver Eduardo, 2009, p. 26).

Por fim, a escola neoclássica veio a constituir-se como uma abordagem alternativa à escola clássica, principalmente no que diz respeito às ideias referentes ao valor, em que os clássicos afirmavam resultar do próprio objeto e os neoclássicos, por sua vez, defendiam que o valor era subjectivo e dependente de cada pessoa.

Depois dos neoclássicos, John Maynard Keynes (1883-1946) tendo como pano de fundo a Grande Depressão de 1929, veio contribuir de forma significativa para a análise económica com criação da abordagem macroeconómica, com a descrição do *espírito animal* presente em cada pessoa, sendo que este fato se estendia à vida económica de cada indivíduo. Keynes, ao contrário dos seus antecessores clássicos e neoclássicos, não pretendia explicar a economia por meio da teoria do valor, mas sim em verificar por que motivo as análises anteriores levavam a economia a resultados inconsistentes, especialmente no que tange ao equilíbrio defendido pelos neoclássicos.

Para Keynes, a economia não era comandada apenas por agentes racionais que, como se manipulados pela *mão invisível*, participavam de transacções exclusivamente em benefício mútuo, como supunham os clássicos. Keynes reconhecia que a maioria das actividades económicas resulta de motivações racionais - mas também reconhecia que muitas vezes elas são determinadas pelo *espírito animal* (ver Akerlof e Shiller, 2010, p. 01).

Depois de Keynes mais alguns economistas influíram de maneira significativa para uma espécie de refluxo do Keynesianismo para a economia de livre mercado. Vale aqui lembrar alguns nomes importantes. É o caso Milton Fridman (1912-2006) e seu “Capitalismo e

Liberdade” e a sua proposta de desregulamentação da economia; foi seguido por Robert Lucas (1937-) e sua “teoria sobre as expectativas racionais”; além da inegável influência da eleição que colocou Margareth Thatcher (1925-2013) e Ronald Reagan (1911-2004), respectivamente nos governos da Inglaterra e dos EUA nos anos 80, que contribuíram para a ampla aceitação do livre mercado nas políticas económicas dos países.

Porém a ciência económica desde os primórdios nunca foi fundamentada em uma teoria geral que fosse capaz de explicar o desenvolvimento económico. Estas mudanças de abordagem teórica, representaram o que Eduardo (2009, p. 19) chama de *fuga para a frente*, ou seja, sempre que a situação económica e social começa a degradar-se a olhos vistos, os economistas fazem emergir novos modelos analíticos. Ele complementa ainda, enfatizando, que a fuga para a frente sempre esteve presente em toda a história da ciência económica.

Certamente esta é uma discussão demasiadamente interessante embora seja necessário analisar aspectos mais técnicos do que a contextualização histórica da ciência económica. Considerando os aspectos mais relevantes, pode-se destacar a questão relacionada com o valor dos produtos e serviços.

1.2 Uma questão de valor: Valor Trabalho, Valor Utilidade e Valor Biológico

Teoria do Valor-Trabalho

Antes de mais, deve-se entender a evolução do conceito de valor na economia, a partir da aceitação dos estudos económicos como uma ciência à parte, devendo-se fazer uma análise desde Smith (1723-1790) até aos dias actuais.

Foi contudo na Grécia antiga que se iniciou uma discussão embrionária sobre o valor, especificamente sobre o valor de uso e o valor de troca. Mas foi muito mais tarde com os economistas clássicos, mais especificamente com o economista Willian Petty (1623-1687), que este debate foi recuperado. Este economista definiu o trabalho como um factor gerador de valor, e depois, como determinante do valor de troca. Posteriormente com Adam Smith (1723-1790) através de sua Teoria do Valor-Trabalho verificou-se - pelo menos nesta óptica - que o trabalho era a única medida real e definitiva de valor das mercadorias, posteriormente como valor de troca, diferenciando do seu preço nominal em dinheiro (ver Smith, 1996, p. 48 [1776]).

A palavra valor tem dois significados diferentes, sendo que por vezes expressa a utilidade de determinado objecto e, outras vezes, expressa o poder de comprar os bens, conferido pela posse desses objectos. O primeiro pode ser chamado de valor de uso e segundo de valor de

troca. As coisas que têm mais valor de uso têm, quase sempre, pouco ou nenhum valor de troca. Nada mais útil do que a água, mas ela compra muito pouca coisa; quase nada pode ser obtido em troca de água. Um diamante, pelo contrário, tem pouco valor de uso, mas pode ser quase sempre trocado por uma grande quantidade de outros bens (ver Hunt, 1981, p. 219).

Depois o também economista clássico David Ricardo (1772-1823) explicou que o valor do trabalho variava com o preço dos artigos necessários à subsistência dos operários, o que era visto nos salários e no valor das mercadorias por eles produzidas.

Segundo Ricardo (1962, p. 272) citado por Hunt (1981, p. 110) “possuindo utilidade as mercadorias recebem seu valor de troca de suas fontes: de sua escassez e da quantidade de trabalho necessária para sua obtenção”.

Após os economistas clássicos outros vieram a contribuir com a teoria do valor-trabalho. Um deles foi William Thompson (1775-1833), que acreditava que a distribuição da riqueza era factor fundamental para a geração de prazer e felicidade. Este nível de prazer e felicidade era função directa do nível de riqueza de uma pessoa. No entanto, ele acreditava também que o valor poderia ser extraído do trabalho, isto é, do valor-trabalho.

Em uma situação de troca, ambas as partes querem o que estão conseguindo com mais intensidade do que aquilo de que estão abrindo mão na troca. Portanto, quando só consideramos a troca, a unanimidade e a harmonia prevalecem (ver Hunt, 1981, p. 182). Talvez a diferença mais marcante entre a teoria do “valor-trabalho” e a teoria do “valor-utilidade” seja entendida desta maneira. Esta nova abordagem da teoria do “valor-trabalho” fora continuada por Hodgskin (1787-1869) que distinguiu o preço natural de preço social. Preço natural ou necessário quer dizer toda a quantidade de trabalho do homem para que ele possa produzir qualquer mercadoria. A natureza nunca exigiu mais do que o trabalho no passado, só exige trabalho no presente e exigirá meramente trabalho no futuro.

Seguindo o curso cronológico da História do valor na economia surgiria, talvez, um dos maiores pensadores da humanidade. Este autor ficou, porém, mais conhecido pelo carácter ideológico de suas ideias acerca do meio de produção comunista: Karl Marx (1818-1883). Este autor contribuiu de forma significativa para a formulação da teoria do valor tal como a conhecemos hoje.

Marx, que veio subverter a teoria do valor, definiu o valor pelo tempo socialmente necessário à produção de uma mercadoria; do estudo da força de trabalho, como uma mercadoria do tipo especial, explicou a teoria da mais-valia (ver Sandroni, 2007, p. 873).

Antes de se analisar a sua contribuição para a teoria do valor é fundamental comentar a sua

descoberta de que a produção é uma actividade que pode assumir muitas formas ou modos, dependendo das formas vigentes de organização social e das correspondentes técnicas de produção (ver Hunt, 1981, p. 219).

Com efeito, as qualidades físicas específicas de uma mercadoria geravam utilidade para as pessoas e faziam com que esses bens possuíssem um valor de uso, sendo que isto não tinha qualquer ligação com a quantidade de trabalho incorporada na mercadoria. Mas também estes bens possuíam valor de troca que significava que os bens poderiam ser trocados em maior ou menor quantidade por outras mercadorias. Isto quer dizer que o valor de troca é o meio pelo qual as mercadorias ou bens podem ser comparados quantitativamente. Além disto, todos estes bens tinham que conter valor de uso e tinham de ter sido gerados pelo trabalho do homem.

No entanto este autor não partilhou da opinião dos seus antecessores sobre a questão do valor de uso como determinante na composição do valor de uma mercadoria, porque as mercadorias geravam diferentes utilidades em cada indivíduo tornando impossível a sua quantificação. Portanto o único elemento comum a todos os bens e possível de quantificação era o tempo de trabalho socialmente necessário à produção do bem.

Teoria do Valor-Utilidade

Em paralelo com o desenvolvimento do valor-trabalho existiam outros autores que primavam pela explicação do valor do bem por meio de sua utilidade. A teoria da utilidade tinha como fundamentos intelectuais:

- a consciência dessas condições especiais provocadas pelo modo de produção capitalista; e
- a projecção universal ou generalizada destas condições como características profundas, inalteráveis e naturais de todos os seres humanos em todas as sociedades (ver Hunt, 1981, p. 143).

Passou-se a considerar não mais o sistema económico como um todo, mas sim, como um conjunto de unidades isoladas, cada qual buscando o seu próprio interesse, que seriam os agentes económicos dentro deste sistema integrado, aceitando a característica individualista e competitiva dos agentes económicos, pontualmente dos seres humanos. Formulou-se a ideia de que todos os motivos humanos eram derivados do desejo de adquirir prazer e de evitar a dor. Esta ideia passou a ser conhecida como “utilitarismo”.

A teoria do valor-utilidade é derivada de uma perspectiva de harmonia social, ou seja, cada um buscando o seu maior nível de satisfação possível.

A natureza colocou a humanidade sob o domínio de dois mestres soberanos; a dor e o prazer. Só eles podem mostrar o que as pessoas devem fazer, bem como determinar o que e como elas farão. Eles governam as pessoas em tudo o que fazem, em tudo o que dizem e em tudo o que pensam. O princípio da utilidade reconhece esta sujeição e a aceita como fundamento de sua teoria social (ver Bentham, citado por Hunt 1981, p. 144 e Scarone, 2009, p. 12). De uma forma geral, os utilitaristas buscavam ampliação do prazer, quer dizer, quanto mais prazer, mais utilidade (ver Scarone, 2009, p.17).

Mais um ponto importante na formulação da teoria da utilidade era o de que os agentes económicos apresentavam uma dependência completa do desempenho do mercado. Esta dependência universal do mercado sempre foi a base da harmonia social percebida dos interesses de todas as pessoas, dentro da tradição do valor-utilidade (ver Hunt 1981, p. 145). Entende-se com isto que o valor é explicado pela utilidade do bem. Sendo assim, um bem que não possua utilidade é um bem também que não possuirá valor.

Para os utilitaristas o valor de uso é a base do valor de troca. A diferenciação dos conceitos vem de Adam Smith que, no entanto, não associou a ela concepções claras. A água foi o exemplo por Adam Smith do tipo de bem que têm grande valor de uso, mas que não tem qualquer valor de troca. Para se perceber como é errada esta afirmativa, de acordo com os utilitaristas, que se lembrasse que em Paris, podia-se ver água sendo vendida a varejo pelos que a levavam para as casas (ver Hunt, 1981, p.145).

Adam Smith também deu os diamantes como exemplo do tipo de bem que tem grande valor de troca e nenhum valor de uso. Este exemplo foi tão mal escolhido quanto o outro, de acordo com os utilitaristas.

O valor (de uso) dos diamantes não é essencial ou invariável como o da água, mas isto não é razão para se duvidar da sua utilidade para dar prazer (ver Betham citado por Hunt, 1981, p. 83).

Outra ideia originária da escola “utilitarista” foi a defendida por Say (1767-1832). Afirmava que o preço ou o valor de troca dos bens dependia de seu valor utilidade. Para Say o valor que a humanidade atribui aos objectos se origina do uso que deles possa fazer. Portanto, passou a se aceitar que os agentes económicos buscavam a maximização de utilidade. Então os preços reflectiam as utilidades que cada agente ou indivíduo extrai do consumo de várias mercadorias e não o trabalho nelas incorporado, como sugeria o economista Nassau Willian Senior (1790-1864).

A teoria do utilitarismo ganharia uma contribuição importante para se condensar como uma

teoria do valor. Esta contribuição veio através do economista e jornalista francês, Claude Frédéric Bastiat (1801-1850) que apresentou a necessidade e a unanimidade do utilitarismo, pois se aceitam as trocas voluntárias como uma das poucas coisas da vida que geram unanimidade social, que permitem as pessoas interagir socialmente. A utilidade fora partilhada em dois tipos com o intuito de indicar a dependência dos preços da utilidade dos bens. Este autor expôs a ideia de que a utilidade gerada pelos bens comuns era uma utilidade gratuita, enquanto a utilidade gerada por bens produzidos pelo homem é onerosa, porque necessita de esforço ou dor humana para sua produção. Para Bastiat a utilidade era gerada pelos serviços. Portanto, o valor das coisas originava-se do serviço.

Depois de Bastiat, John Stuart Mill (1806-1873) aparece a tentar pela última vez unir a teoria do valor-trabalho às ideias utilitaristas. Mill rejeitava a ideia da troca como factor fundamental para identificação do valor gerado, pois os prazeres gerados poderiam se classificar em diversos níveis em cada pessoa.

A produção de um bem custa a seu produtor o trabalho empregado em sua produção. Na verdade, à primeira vista, isto parece apenas uma parte das despesas, pois ele não só pagou salários aos trabalhadores como também lhes forneceu instrumentos, materiais e, talvez, prédios. Estes instrumentos, materiais e prédios foram, porém, produzidos pelo trabalho e pelo capital, e seu valor depende do custo da produção que, uma vez mais, pode ser reduzido a trabalho. Portanto o valor das mercadorias depende da quantidade de trabalho necessária para sua produção. Considerando tal afirmativa, percebia-se que a determinação dos preços então, ficava por conta das forças de mercado, ou seja, era determinado pela oferta e demanda do bem no mercado (ver Mill, 1985, p. 10 [1843]).

Para uma enorme contribuição à teoria do valor, mas agora na perspectiva da utilidade, veio o que a literatura económica chama de “Triunfo do Utilitarismo”, com os economistas William Stanley Jevons (1835-1882), Carl Menger (1840-1921) e Léon Walras (1834-1910). O período de 1840 a 1873 foi um período de crescimento económico na Europa. A industrialização estava presente em todo o continente, mas principalmente na Inglaterra. Este processo veio atrelado a uma consequência: a concentração do capital de poder industrial e de riqueza.

Neste contexto, os autores ditos “utilitaristas” formularam a versão da teoria do valor-utilidade que permanece até hoje. Eles foram os pioneiros quanto à proposta de uma teoria coerente com a filosofia da teoria utilitarista demarcando a história económica como o fim do período clássico e o início da escola neoclássica.

Desenvolveram a noção de “utilidade marginal decrescente”, independentemente uns dos outros, permitindo identificar como o valor era determinado pela utilidade, através do cálculo diferencial.

A utilidade marginal decrescente funciona de maneira que à medida que um indivíduo consome maior quantidade do mesmo produto, aumenta sua utilidade total. Por seu turno, a utilidade marginal indica a utilidade extra proporcionada por uma última unidade extra de um produto. Então com sucessivas novas unidades do produto, a sua utilidade total irá aumentando em proporção cada vez menor, devido a uma tendência fundamental de tornar-se menos aguda a sua capacidade psicológica de apreciar maior quantidade do produto. À medida que a quantidade consumida do produto aumenta, a utilidade marginal do produto tende a diminuir (ver Samuelson, 1972, p. 639).

É importante salientar que no que diz respeito à utilidade marginal, a sua grandeza dependerá da grandeza da utilidade. Portanto, a utilidade marginal não tem carácter de análise comportamental por si só, revelando somente informações referentes à hierarquização das escolhas sobre as cestas de bens. A utilidade marginal depende da função de utilidade específica que utilizamos para apresentar o ordenamento das preferências, e sua grandeza não tem nenhum significado especial (ver Varian, 2006, p. 69).

Teoria do Valor Biológico

O professor da Cátedra “David Dornsife” de Neurociência, Neurologia e Psicologia na *University of Southern California*, o português António Damásio, pode ser considerado o pai da teoria referente ao valor biológico. Os seus estudos geraram bons frutos para a análise relativa ao estudo do valor na óptica da Neuroeconomia.

O confronto eminente entre a teoria económica convencional e a Neuroeconomia é inevitável. A ortodoxia assente na ideia de um agente económico consciente de seus actos e senhor de suas decisões é antagónica relativamente à ideia base da Neuroeconomia, a qual aceita que o homem é em parte racional, mas aponta para o fato de que a grande maioria das decisões é tomada de forma automática.

Desta forma a conceituação de valor à luz da Neuroeconomia não pode ser realizada sem o entendimento dos factores biológicos endógenos ao processo de tomada de decisão.

Entretanto dever-se-á, e antes de mais, conceituar a relação entre consciência e inconsciência no processo de tomada de decisão. Os processos conscientes e inconscientes existem paralelamente. Alguns processos inconscientes são importantes para a sobrevivência e ocorrem sem qualquer participação da consciência.

Graças ao processo evolutivo, o ser humano dispõe de diferentes tipos de cérebro no que se refere à mente e à consciência. Desta forma, a busca constante pela manutenção de parâmetros químicos corporais compatíveis com uma situação de vida saudável é o que de mais importante possui qualquer ser vivo. Neste sentido, o conceito de valor biológico se apresenta de forma essencial para a compreensão da evolução do cérebro humano, do desenvolvimento cerebral e da actividade cerebral em si.

De forma vulgar, a economia tradicional aplica o conceito de preço na vida dos agentes. É bem verdade que o preço de um bem é responsável pelo gerenciamento do desfaseamento entre o que está disponível e a sua demanda. O preço submete a ordem da aquisição de bens e serviços, e paralelamente, aplica a restrição orçamentária.

Como no valor utilidade, alguns bens são mais úteis do que outros. Somente ao se inserir o conceito de necessidade é que se pode explicar a essência do valor biológico, que é a questão do indivíduo que se esforça por manter a vida e as necessidades que derivam desse esforço. Entretanto o motivo que leva as pessoas a atribuir valor a um bem ou serviço passa pela lógica inerente à manutenção da vida e das necessidades que emergem desta lógica. Para a vida económica isto indica o primeiro passo do entendimento da questão referente ao valor dos bens e serviços (ver Damásio, 2010, p. 69).

A neurociência permite agora revolucionar a questão acerca do valor na economia, basicamente porque ajuda na compreensão do processo de tomada de decisão aquando da libertação de determinadas substâncias químicas liberadas no cérebro em situações de recompensa e punição, que são directamente relacionadas com a questão do valor. Além disto, os neurocientistas passaram a dar maior importância ao estudo dos núcleos cerebrais que genericamente são os maiores responsáveis pela tomada de decisão do ser humano.

Mas isso não é tudo. O valor está ligado à necessidade, que está ligada por sua vez à manutenção da vida. E mais, a qualidade da vida que se leva é primordial para os seres humanos. Isto acontece, por exemplo, quando se escolhe o destino de férias no verão, o próximo telefone celular da moda, o carro de luxo ou um curso de Doutorado em Miami.

De uma forma geral, o expoente do valor para todos os organismos consiste na sobrevivência saudável até uma idade compatível com a reprodução. A selecção natural aperfeiçoou os mecanismos de homeostase para que essa meta fosse alcançada.

Portanto, a origem do valor biológico é uma derivação dos factores fisiológicos. Assim, o valor biológico se inclina na direcção de uma escala relativa à eficácia vital do estado físico do indivíduo.

Os valores que os seres humanos atribuem aos objectos e às actividades do organismo mantêm alguma relação, por mais indirecta que ela seja com as seguintes condições. Em primeiro lugar com a manutenção geral do tecido vivo dentro dos limites homeostáticos adequados ao contexto em que ele se encontra; e em segundo lugar, condições necessárias para que a homeostase funcione no sector que permite o bem-estar relativo ao contexto em que o organismo se encontra.

Elementos químicos componentes do cérebro, como por exemplo, os neurotransmissores, permitem o acompanhamento inconsciente daquilo que afasta o tecido vivo dos limites homeostáticos, como se fosse uma espécie de sensor no que se refere aos níveis de necessidade interna. Por exemplo, quando os limites homeostáticos são ultrapassados dão-se acções correctivas tomadas pelo organismo, promovendo mecanismos relativos a incentivos e formas de dissuasão de correcções, mas isto depende da urgência da resposta. O registro dessas acções ajuda o organismo a prever condições futuras. Daí surge, por exemplo, a experiência de dor e de prazer.

O ser humano tem em sua essência o ímpeto de se movimentar. Essa foi uma das vantagens evolutivas que permitiu ao homem ser o que é hoje. Contudo toda acção requer um incentivo. É por isso que algumas acções são escolhidas em detrimento de outras (ver Damásio, 2010, p. 70).

O incentivo é, portanto, a variável determinante para o valor biológico. Há sensações desencadeadas relativas à dor, prazer, etc. Os agentes envolvidos nestes estados ou sensações são os hormónios e os neurotransmissores. No caso dos seres humanos, ocorre a detecção e previsão acerca de possíveis vantagens ou ameaças ao organismo. Por exemplo, quando se tem a expectativa de prazer, o cérebro libera o neurotransmissor *dopamina*. Mas quando se está diante de uma possível ameaça observa-se a liberação de *cortisol*. Em termos de previsão, caso ocorressem dois estímulos seguidos, certamente se criaria a expectativa por um terceiro estímulo.

Os resultados de todo este sistema apontam para:

- Primeiro, a possibilidade de uma reacção diferenciada em cada contexto; e
- Segundo, a possibilidade de reacções optimizadas do organismo.

À medida que os organismos foram evoluindo, os programas subjacentes à homeostase tornaram-se mais complexos, no que se respeita às condições que desencadeavam a sua acção e à gama de resultados. Esses programas mais complexos transformaram-se gradualmente naquilo que agora é conhecido vulgarmente como “drives”, motivações e emoções.

O ser humano é detentor de um sistema motivacional avançado e um apurado sentido de exploração e sistemas de alerta sofisticados dirigidos às necessidades futuras, todos eles voltados para um único objectivo, manter o organismo na busca por “bem-estar”.

Os sentimentos emocionais são reflexo dos estados corporais alterados pelas emoções. É assim que os sentimentos servem de indicadores para a gestão da vida.

A maioria das actividades reguladoras é decorrente do inconsciente, o que é fundamental para a sobrevivência do organismo. Afinal, seria extremamente complicado se o ser humano pudesse gerenciar por conta própria aspectos endócrinos ou o sistema imunológico.

Não se pode pensar, no entanto, que a consciência seja algo deletério. É importante frisar que foi graças à capacidade de raciocínio do homem que formas de sobrevivência em situações adversas foram possíveis em muitos lugares do planeta Terra e até na Lua. A nova combinação de factores produtivos de bens e serviços permite à humanidade se adaptar a muitos ambientes possíveis, e assim ela inventa meios materiais de viver em “qualquer lugar” do mundo.

O desenvolvimento da consciência proporcionou ao homem uma regulação vital mais centrada no desenvolvimento de uma mente única em cada pessoa, e voltada não só para a sobrevivência, mas também para o “bem-estar”. Assim surgiram aspectos da vida quotidiana das pessoas, como é o caso das trocas económicas, das crenças religiosas, das convenções sociais, a ética, as leis, a ciência, a tecnologia.

Por fim, o valor biológico é função da ideia de que o cérebro existe para gerir a vida no interior do corpo. Uma análise económica que se baseia no valor biológico é fundamental para entender o comportamento e para estimular os comportamentos económicos dos agentes. A existência do valor biológico muda a base do que se conhece em termos de análise económica. A ciência económica seguiu um caminho que provavelmente, por vezes, não terá permitido os melhores desenvolvimentos, o que permite que nesta altura dos acontecimentos se possa sair deste caminho e pegar uma nova trilha que poderá permitir à humanidade uma alternativa no seu objetivo de usar de forma sábia os seus recursos.

1.3 Utilidade: Economia tradicional, economia comportamental e Neuroeconomia

Nos primeiros anos de existência da ciência económica de uma forma geral, a busca pelo entendimento de questões como felicidade, bem estar e utilidade esteve frequentemente no centro dos debates. Contudo foi-se verificando ao longo do tempo um desinteresse natural de forma que estes estudos acabaram por ser esquecidos. Depois de algum tempo sobrevivendo

na inércia, estes estudos voltariam entretanto aos artigos, discussões académicas, fóruns e congressos. Recentemente, graças a uma nova roupagem, com as técnicas de mapeamento cerebral e alguns testes revalidando os antigos testes de utilidade, a Neuroeconomia emergiu e o ressurgimento daquelas questões fez-se com bastante fulgor. Neste ponto iremos ver um pouco sobre cada tipo de “utilidade” chegando aos principais conceitos e exemplos baseados na Neuroeconomia.

O foco deste tópico se limitará primeiro a uma abordagem económica, depois psicológica e, por fim, neuroeconómica. A razão para isso não é de difícil explicação. Os economistas deram uma abordagem quantitativa à utilidade que antes era subjetiva e não mensurável. Tratava-se de uma visão mais romântica da utilidade. Estes economistas pretendiam assim abandonar a subjetividade acerca da utilidade e transformá-la passando-a de medida de felicidade para “preferências do consumidor”.

Assim, nesta base, começemos por referir que, a princípio, se deve destacar o conceito de “utilidade ordinal”. Neste caso, os esforços se concentravam em saber ou descobrir sobre qual cesta de bens tem mais utilidade em comparação com outra. Portanto, tratava-se de um ordenamento das utilidades, daí o nome de “utilidade ordinal”.

Para Varian (2006, p. 56) “no início definia-se as preferências em termos de utilidade: dizer que a cesta $X = (x_1, x_2 \dots x_n)$ era preferida à $Y = (y_1, y_2 \dots y_n)$ significava que a cesta X tinha uma utilidade maior que a Y”. Matematicamente:

$$(x_1, x_2 \dots x_n) \succ (y_1, y_2 \dots y_n) \quad (1),$$

se e somente se

$$U(x_1, x_2 \dots x_n) > U(y_1, y_2 \dots y_n) \quad (2).$$

Entretanto o que importa de verdade na utilidade é o facto de que as preferências do consumidor contribuem para a análise da escolha, sendo a utilidade somente uma maneira de descrever a preferência.

Também importa referir o conceito de “utilidade cardinal”. Este conceito de utilidade sugere que existe uma importância relativa à diferença de valor entre a utilidade dos bens. Segundo Varian (2006, p. 59), “várias definições poderiam ser propostas para esse tipo de atribuição:

gosto de uma cesta duas vezes mais do que de outra se eu estiver disposto a pagar por ela duas vezes o que estou disposto a pagar pela outra”.

Um bom exemplo acerca da construção de uma função de utilidade através da resolução de um problema económico pode ser observado em Ferreira e Andrade (2011).

Considere-se um Universo com n mercadorias x_1, x_2, \dots, x_n e um consumidor individual com Y de renda. Suponha-se que esse consumidor procura maximizar a função de utilidade

$$U = U(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3),$$

sujeita a uma restrição orçamental.

A formulação matemática do problema é, evidentemente,

$$\begin{aligned} & \text{Max. } U(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ & \text{s. a: } x_1 P_{x_1} + x_2 P_{x_2} + \dots + x_n P_{x_n} = Y \end{aligned} \quad (4),$$

sendo P_{x_i} o preço do bem $i, i = 1, 2, \dots, n$.

É um problema de otimização condicionada. O método de multiplicadores de Lagrange pode ser aplicado na sua solução (por exemplo, ver Ferreira e Amaral, 2002). A função de Lagrange é,

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda) = U(x_1, x_2, \dots, x_n) + \lambda(Y - x_1 P_{x_1} - x_2 P_{x_2} - \dots - x_n P_{x_n}) \quad (5).$$

As condições de primeira ordem são

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial x_1} - \lambda P_{x_1} &= 0 \\ \frac{\partial U}{\partial x_2} - \lambda P_{x_2} &= 0 \\ &\vdots \end{aligned} \quad (6).$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial x_n} - \lambda P_{x_n} &= 0 \\ x_1 P_{x_1} + x_2 P_{x_2} + \dots + x_n P_{x_n} &= Y. \end{aligned} \quad (7).$$

Utilizando a primeira e as últimas condições obtém-se, para $x_i \neq 0$,

$$\frac{\partial U}{\partial x_1} - \lambda \left(\frac{Y}{x_1} - \frac{x_2}{x_1} P_{x_2} - \dots - \frac{x_n}{x_1} P_{x_n} \right) = 0 \quad (8).$$

Ou

$$x_1 \frac{\partial U}{\partial x_1} + \lambda x_2 P_{x_2} + \dots + \lambda x_n P_{x_n} = \lambda Y \quad (9).$$

Como $\lambda P_{x_i} = \frac{\partial U}{\partial x_i}$, $i = 1, 2, \dots, n$, a equação anterior fica como segue,

$$x_1 \frac{\partial U}{\partial x_1} + x_2 \frac{\partial U}{\partial x_2} + \dots + x_n \frac{\partial U}{\partial x_n} = \lambda Y \quad (10).$$

E observando que

$$\lambda = \frac{1}{P_{x_1}} \frac{\partial U}{\partial x_1} \quad (11),$$

ela assume a forma

$$\left(x_1 - \frac{Y}{P_{x_1}} \right) \frac{\partial U}{\partial x_1} + x_2 \frac{\partial U}{\partial x_2} + \dots + x_n \frac{\partial U}{\partial x_n} = 0 \quad (12).$$

É uma equação de primeira ordem homogênea às derivadas parciais (Ferreira e Amaral, 2005). Resolvendo-a temos,

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = F \left(\frac{Y}{P_{x_1} + P_{x_2} + \dots + P_{x_n}} \right) \quad (13).$$

Note-se que:

- $F(\cdot)$ é uma qualquer função diferenciável;
- $Y = x_1 P_{x_1} + x_2 P_{x_2} + \dots + x_n P_{x_n}$ é o rendimento;
- É fácil de ver que (13) é uma solução de (12), substituindo directamente;
- A expressão (13) evidencia a dependência funcional da utilidade de todos os bens e da renda.

Uma concretização particular de (13) pode ser dada por

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \alpha \frac{Y}{P_{x_1} + P_{x_2} + \dots + P_{x_n}} \quad (14).$$

onde $U(1, 1, \dots, 1) = \alpha$. Isto é, α é uma utilidade padrão: o valor da utilidade quando são utilizadas quantidades unitárias de cada bem.

Outro exemplo é

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \beta \frac{Y}{P_{x_1} + P_{x_2} + \dots + P_{x_n}} \quad (15),$$

sendo agora β a utilidade padrão.

E, por fim, como último exemplo, temos

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \gamma \ln \frac{Y}{P_{x_1} + P_{x_2} + \dots + P_{x_n}} \quad (16).$$

sendo $U(1, 1, \dots, 1) = 0$ e $U(e, e, \dots, e) = \gamma$.

Recorrendo por sua vez ao conceito de “utilidade marginal”, podemos ver a particular importância deste conceito. Esta utilidade marginal é em suma o consumo de uma última unidade de um bem, pelo que podemos fazer alusão ao conceito de saturação. Quer dizer, um agente consome até o ponto em que o consumo não traz mais utilidade para ele. Então a partir deste ponto cada incremento adicional de uma unidade não traz mais utilidade. O conceito de “utilidade marginal” aponta para utilidade extra gerada por uma última unidade de um produto.

A utilidade é portanto uma ferramenta quantitativa que os economistas criaram para sanar problemas relativos à subjetividade inerente a este conceito. Contudo veremos que este conceito recebeu algumas alterações com a economia comportamental e depois dos novos desenvolvimentos da Neuroeconomia.

Novos desenvolvimentos mostram como a ciência da escolha vinha se confrontando com a teoria da utilidade para representar melhor a forma como as pessoas tomam suas decisões. Se no caso da utilidade as preferências indicavam uma preexistência de uma opção de escolha, numa nova abordagem, ao fazer uma escolha, o indivíduo estará assim criando a sua preferência.

Parece provável que o modelo psicológico possa oferecer uma melhor descrição do que

realmente acontece. Todavia, os dois pontos de vista não são inteiramente incompatíveis. Uma vez descobertas, ainda que por um processo “misterioso”, as preferências tendem a se tornar embutidas nas escolhas (ver Varian, 2009, p 591).

Desta forma podemos dividir em duas partes o processo de criação das preferências: primeiro ocorre um processo cerebral que faz com que tomemos uma decisão de consumo, esta decisão de consumo irá refletir daqui para a frente a nossa preferência. Em um segundo momento, a preferência determinada recai sobre os pressupostos originais da utilidade.

Entretanto esta é uma conclusão que parte dos pressupostos da economia comportamental baseada na psicologia. Hoje com as modernas técnicas de mapeamento do cérebro por imagem, podemos ver o processo de escolha em desenvolvimento aquando da escolha de consumo. O que se pode desde já adiantar é que várias variáveis desencadeiam este processo.

Baseados nestes pressupostos Daniel Kahneman e Amos Tversky deram início a uma reformulação teórica no artigo intitulado *Prospect Theory: An analysis of decision under Risk*. Neste artigo Kahneman e Tversky desenvolveram um modelo próximo do da utilidade. O objetivo era o de refutar ou encontrar falhas no modelo de utilidade existente (ver Kahneman, 2012, p. 338). Estes autores deram ênfase às questões relativas ao risco inerente a qualquer tomada de decisão, em especial na questão do estudo de tomada de decisão em contexto de incerteza. Para estes autores os economistas adotaram a teoria da utilidade esperada (ver Marqués, 2009, p. 182) como um modelo ideal de tomada de decisão aquando da análise baseada no *homo-economicus*.

Para reivindicar os méritos substanciais da teoria da utilidade, Kahneman e Tversky introduziram a “teoria da perspectiva”. Para ilustrar a problemática acerca da utilidade esperada, vejamos o seguinte exemplo apresentado por Kahneman (2012, p. 342):

- Hoje Jack e Jill têm cada um uma riqueza de 5 milhões.
- Ontem, Jack tinha um milhão e Jill 9 milhões.
- Ambos estão igualmente felizes? (eles têm a mesma utilidade?).

Este exemplo ilustra bem o problema inerente à teoria da utilidade esperada. Segundo esta teoria ambos deveriam estar felizes, pois a utilidade da riqueza seria a mesma. Porém o cérebro humano não funciona desta maneira. Portanto, a insatisfação de Jill é real por ter a sensação de perda. Desta forma, presume-se que, ao contrário do que a teoria da utilidade esperada refere, o ponto inicial ou ponto de referência deve ser considerado para análise.

Na teoria da utilidade, a utilidade de um ganho é aferida comparando-se as utilidades de dois estados de riqueza. Desta forma Kahneman argumenta que existem alguns pontos que

ênfatizam as fraquezas da utilidade esperada:

- A teoria é simples demais e carece de uma parte móvel;
- A variável que está faltando é o “ponto de referência”;
- Nesta teoria precisa-se apenas conhecer o estado de riqueza para determinar a utilidade;
- A teoria da perspectiva é mais complexa e, portanto, melhor do que a teoria da utilidade.

Desta forma a teoria da utilidade foi refutada de forma categórica, beneficiando a adoção de outra teoria – a da perspectiva. A teoria da perspectiva é uma teoria de cunho psicológico, analisa os resultados finais das interações económicas. Segundo os seus próprios criadores, as interações económicas desempenham um papel essencial na avaliação dos resultados financeiros e são comuns a diversos processos automáticos de percepção, juízo e emoção. Elas devem ser vistas como características operantes do sistema automático: a avaliação é relativa a um ponto de referência neutro, ao qual às vezes nos referimos como “nível de adaptação”; apresenta-se um princípio de sensibilidade decrescente que se aplica tanto a dimensões sensoriais como à avaliação de mudanças de riqueza; e apresenta-se o princípio de aversão à perda (ver Kahneman, 2012, p. 351).

Todavia apesar de ser considerada uma melhor alternativa à teoria da utilidade, a teoria da perspectiva não reflete todas as possibilidades que a neurociência propicia aos tomadores de decisões. Isto sugere que o modelo pode ser melhorado por meio das interações económicas como propõe a teoria, mas também com o incremento de estudos dos processos cerebrais que sustentam as decisões.

Nos estudos de Neuroeconomia, práticas com voluntários em jogos decisoriais apontam para a importância do sistema dopaminérgico (sistema envolvido na geração de prazer) para a formação das preferências derivadas do funcionamento do sistema de recompensa cerebral. No cérebro, a região onde é produzida em grande quantidade a dopamina é o *Núcleo Accumbens*. Trata-se de um local importante para a regulação da emoção e da motivação, sendo um local de convergência de fibras procedentes da amígdala, do hipocampo e dos lobos temporais, emitindo projeções para regiões como o córtex cingulado, lobos frontais e hipotálamo (ver Rodrigues *et al*, 2011, p. 179).

No modelo de utilidade marginal, o sistema de recompensa cerebral atua com o processo de saturação. Porém, estudos apontam para os seguintes factos acerca da liberação de dopamina em uma situação de consumo:

- Os agentes reagem a estímulos sensoriais;
- Memórias ou imaginações liberam dopamina, assim como o próprio consumo em si;
- Quanto mais o consumidor é estimulado, mais esforço futuro é necessário para fazer com que ele libere a mesma quantidade de dopamina da próxima vez.

Desta forma, tem-se a utilidade que o consumo de um determinado bem pode proporcionar mesmo que esse bem não tenha sido consumido de facto. Isto muda tudo em relação ao conceito de utilidade, em todos os aspectos. Mesmo que o princípio psicológico seja considerado, ele não pode prever qualitativamente os aspectos endógenos aos sistemas de recompensa cerebral que um produto desperta no cérebro de um consumidor.

Portanto, podemos concluir que a questão da utilidade se encontra prostrada diante de um novo paradigma: até que ponto se pode generalizar o aspecto individual da formação dos circuitos cerebrais envolvidos na liberação de dopamina? Em termos neuroeconómicos, ela nunca foi tão relevante para a tomada de decisão.

1.4 A tomada de decisão. Teoria das decisões

Um indivíduo toma decisões em praticamente todas as interações com o ambiente externo. Isso acontece na hora de comprar um automóvel, de cortar o cabelo, de escolher um sabor de sorvete, de escolher um caminho para o trabalho, entre tantos outros momentos da vida. A ciência procura dar suporte ao homem no processo de decisão em muitos dos casos descritos. A ciência económica atende a necessidade de fundamentar as decisões dos agentes económicos nos momentos que dizem respeito às decisões que envolvem a utilização de recursos.

Antes de mais é necessário entender os aspectos mais específicos acerca da tomada de decisão e da forma como ela se desenvolveu na literatura ao longo dos anos.

Em todo o processo de desenvolvimento de recursos ou teorias para se trabalhar a tomada de decisão de forma eficaz, quer dizer, encontrar caminhos que pudessem gerar mais riqueza, mais-valia, utilidade ou bem-estar, podemos considerar algumas das ópticas económicas. Tem-se procurado soluções óptimas em termos quantitativos, exceto antes do surgimento da ciência económica. Entretanto, não se pode esquecer os filósofos de outrora que foram o embrião da cultura ocidental como a conhecemos. Não falaremos dessa inteligência filosófica, mas apenas da abordagem que os economistas lhe deram após o advento da ciência económica.

Neste sentido, a “teoria das decisões” constitui uma teoria lógica para se chegar ao complexo processo de tomada de decisão que pode ser lido hoje a partir do incremento das análises económicas com disciplinas das áreas biológicas.

No dicionário de economia, pode-se encontrar a seguinte definição de “teoria das decisões”: teoria relacionada com a tomada de decisões que permitem a escolha do caminho mais apropriado para atingir um objetivo num ambiente de incerteza e sob determinadas circunstâncias (ver Sandroni, 2007, p. 831).

Na busca pela otimização de resultados acerca da tomada da decisão, podemos destacar a “teoria dos jogos” que permitiu avançar no seu estudo, a qual se constitui como uma teoria que busca dar sentido acrescido à análise das decisões utilizando para o efeito modelos matemáticos.

A “teoria dos jogos” é um ramo da matemática que se baseia em decisões racionais (ver Janos, 2009, p. 390). Para Varian (2006, p. 543) “a teoria dos jogos lida com a análise geral da interação estratégica”. A teoria dos jogos constitui-se como uma ciência da estratégia, tendo nascido nessa base pelas “mãos” de John Von Neumann (1903-1957) e de Oskar Morgenstern (1902-1977) e tendo permitido a John Nash (1928-) ganhar o Prémio Nobel em 1994 e a Aumann (1930-) e Schelling (1921-) ganhar o Prémio em 2005. A obra destes autores introduziu a ideia de que o conflito podia ser analisado matematicamente e introduziu a metodologia para o fazer (ver Filipe *et al*, 2007, p. 134).

No início da década de 50 a teoria dos jogos chamou a atenção da comunidade científica, em especial com os estudos de John Nash. Foi neste período que a teoria dos jogos ganhou notoriedade. Porém, na década de 70 a teoria dos jogos passou a ser utilizada em larga escala em pesquisas de economia. Isto rendeu mais fama ainda à teoria dos jogos que a partir de então passou a ser uma das mais importantes ferramentas para fazer análises económicas.

Segundo Filipe *et al* (2006, p. 138) “com base nas hipóteses do modelo, estuda-se o que acontece quando actores maximizam a sua utilidade tendo em conta as restrições existentes relativas à informação, às dotações e às funções de produção”.

Mas o que é um “jogo”? Um jogo é uma situação na qual dois ou mais participantes, os jogadores, se confrontaram em busca de atingir certos objectivos, os quais são conflitantes. Sendo conflitantes é óbvio que os objetivos de todos os jogadores não podem ser simultaneamente alcançados. Alguns jogadores, portanto, podem ganhar e obter um pagamento positivo, ao passo que outros pode perder e obter um pagamento negativo (ver Chiang, 1982, p. 646).

O jogo sob o qual se desenvolveu a teoria dos jogos é o jogo de estratégia. Um jogo de estratégia é um jogo onde o resultado depende do jogador. Podemos dar alguns exemplos onde se pode encontrar jogos de estratégia, como é o caso de situações de negociação, jogos que ocorrem na política, na economia, por exemplo. Este estudo trata de economia, mas ao longo deste tópico descuraremos alguns exemplos específicos de outras áreas do conhecimento.

Acerca do tipo de jogo, pode destacar-se os jogos de soma constante (que podem ser mais particularmente jogos de “soma zero” ou transformados em jogos de soma zero, em que o vencedor leva tudo, e necessariamente um perde e o outro ganha) e os jogos de soma não-constante (ver Chiang, 1982, p. 647). Vejamos um exemplo de um jogo constante (o caso específico de um jogo transformado em jogo de “soma zero”):

Peguemos o exemplo de uma loja de roupas em um shopping e suponhamos que duas lojas possuam as matrizes de pagamento A e B em (17) e (18). Tal como se apresentam, os elementos em A e B representam vendas. Considerando uma divisão de vendas (R\$50, R\$50) pode-se representar os resultados em termos de ganhos em vendas. Nesse caso específico, diminuindo as vendas originais (50) de cada elemento, obtemos duas novas matrizes de pagamento, A^* (19) e B^* (20).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 & 60 & 50 \\ 50 & 40 & 70 \end{bmatrix} \quad (17).$$

$$B = \begin{bmatrix} (100 - 30) & (100 - 60) & (100 - 50) \\ (100 - 50) & (100 - 40) & (100 - 70) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 70 & 40 & 50 \\ 50 & 60 & 30 \end{bmatrix} \quad (18).$$

$$A^* = \begin{bmatrix} -20 & 10 & 0 \\ 0 & -10 & 20 \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$B^* = \begin{bmatrix} 20 & -10 & 0 \\ 0 & 10 & -20 \end{bmatrix} \quad (20),$$

já que agora temos

$$a_{ij}^* + b_{ij}^* = 0 \quad , \quad \text{para todo } i \text{ e } j \quad (21).$$

A soma de A^* e de B^* é uma matriz nula 2x3. Portanto, a versão modificada do jogo é de

soma zero. Este tipo de transformação altera os números nas matrizes de pagamentos, mas não afeta a estrutura fundamental do jogo. Se uma estratégia particular pode maximizar o nível absoluto de vendas de uma empresa, ela deve necessariamente ser a estratégia que maximiza o ganho nas vendas a partir de qualquer nível inicial de vendas. Também, obviamente, a pior estratégia permanecerá sendo a pior estratégia. Em termos matemáticos, a transformação só muda a origem do sistema de medidas.

Esta operação deriva de um teorema pelo qual as estratégias ótimas não variam com respeito à seguinte transformação da matriz de pagamentos:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \quad A^* = \begin{bmatrix} ka_{11} + c & ka_{12} + c \\ ka_{21} + c & ka_{22} + c \end{bmatrix} \quad (22),$$

onde k e c são duas constantes. Este teorema da transformação não somente justifica a tradução que foi feita de um jogo de soma constante em um de soma zero em (19) e (20), como também torna possível reagrupar qualquer matriz de pagamentos que contenha frações ou números negativos (ver Chiang, 1982, p. 649).

Contradição entre ação individual e resultado coletivo - essa situação mostra de que maneira a ação mais racional do ponto de vista microeconómico pode resultar na pior solução macroeconómica. Por exemplo, no “dilema do prisioneiro”, dois comparsas são detidos por suspeita de terem cometido um crime. Os comparsas são colocados em celas diferentes onde serão interrogados. As opções de resultados são as seguintes:

Figura 1. Dilema do Prisioneiro

		Jogador B	
		Confessa	Nega
Jogador A	Confessa	-3,-3	0,-6
	Nega	-6,0	-1,-1

Fonte: Varian (2006, p. 548)

Na matriz está representada a utilidade durante os períodos (meses). Considerando as utilidades apresentadas a melhor opção para ambos (equilíbrio de Nash) seria Jogador A confessar e Jogador B também confessar (-3, -3). Entretanto, se considerarmos que existe uma situação ideal, o melhor seria (resultado da cooperação) Jogador A negar e Jogador B negar (-1, -1). Entretanto, os jogadores estão separados e não podem combinar suas ações. Se se

pensar pela perspectiva do interesse óptimo do conjunto dos dois prisioneiros, o resultado correcto seria que ambos cooperassem, já que isto reduziria o tempo de pena dos dois prisioneiros a um mês cada. Qualquer outra decisão será pior para ambos se se considerar conjuntamente. Apesar disso, se persistir o seu próprio interesse egoísta, cada um dos dois prisioneiros poderá ver o resultado da pena agravado.

A teoria dos jogos foi de factível importância para o estudo da tomada de decisão e continua sendo. Permite a geração de uma luz acerca das melhores escolhas que os agentes podem fazer. Esta teoria tem tido grande aplicabilidade prática nos ramos da computação, militar, económica, política, pessoal, entre outras. Entretanto, a ciência tende a dar passos em direção a mudanças. A teoria dos jogos vai continuar tendo enorme importância para a tomada de decisão, mas novos estudos apontam para novas possibilidades acerca da tomada de decisão, que vêm presumindo que na maioria das vezes as pessoas são irracionais e que elas não têm conhecimento suficiente dos assuntos sobre os quais tomam decisões.

A teoria dos jogos analisa o que os agentes deveriam fazer para otimizar seus resultados. Portanto, consiste em uma teoria racional. Julga os eventos com base nos pressupostos de maximização de ganhos e minimização de perdas. Mas, como se sabe, em decorrência de experimentos da economia comportamental, as pessoas não são nada boas a identificar comportamentos racionais e são susceptíveis aos eventos emocionais¹, que de facto as distanciam de resultados óptimos.

1.5 Homo Economicus vs Homo Neuroeconomicus

No decorrer da existência da economia enquanto ciência, os modelos analíticos foram baseados em um ser representativo do comportamento das pessoas no mundo económico. Da parte dos economistas ortodoxos inventou-se o *homo economicus*. Entretanto nos dias actuais a Neuroeconomia apresenta ao mundo o *homo neuroeconomicus*.

Por um lado tem-se o *homo economicus* que é um ser advindo da capacidade do homem em tomar decisões económicas baseados na racionalidade; em outros termos, o homem que sempre maximizará ganhos e minimizará perdas.

Por outro lado tem-se o *homo neuroeconomicus*, ser baseado na capacidade limitada dos indivíduos em tomar decisões económicas que venham a otimizar os resultados para si. Este modelo indica que as pessoas na maioria das vezes tomam decisões com base em informações incompletas, o que gera um viés cognitivo impedindo que as pessoas - como sugere a ideia de

¹ Ver capítulo 4, tópico 4.4, “Interacção entre estratégia e normas sociais”.

homo economicus - tomem decisões que optimizem os resultados. Muito pelo contrário, a proposta do *homo neuroeconomicus* indica que as emoções e outros sentimentos invadem a vida económica assim como na vida pessoal, e que estas emoções e sentimentos diversos influem de maneira significativa na tomada de decisão.

Figura 2. Homo economicus vs Homo neuroeconomicus

HOMO ECONOMICUS	HOMO NEUROECONOMICUS
Maximiza lucros e minimiza perdas	Homem sente medo, raiva, alegria, surpresa, nojo e atua por impulso.
Memória implacável	Esquece fatos com facilidade e na maioria das vezes repete seus erros
Capacidade de raciocínio formidável	Está sujeito ao viés cognitivo
Dinheiro em primeiro lugar	O “eu” biológico em primeiro lugar
Racionalidade preservada	Racionalidade limitada

Fonte: Chavaglia (2012).

Aliado ao factor emocional, outro factor que diferencia o *homo economicus* do *homo neuroeconomicus* é a capacidade do cérebro em processar as informações recebidas pela visão, ou seja, a percepção também é parte do viés decisional gerado na hora da decisão referente à óptica económica. Em síntese, o cérebro é preguiçoso ao interpretar informações repetidas. Portanto, a cada acréscimo daquela mesma informação, menos energia o cérebro utilizará para tentar entender tal informação. Desta forma a maneira como o indivíduo aprendeu a interpretar as coisas do meio em que vive é fundamental para a tomada de decisão. Isto fica evidente quando se analisa vários momentos em que as pessoas deixam de ganhar na vida económica em razão de uma atitude deletéria relativa à optimização de seus resultados. Resumindo, alguns efeitos afectam a forma como as pessoas interagem com as outras nos momentos de decisão. Isto gera alguns efeitos, como por exemplo, de contexto, ancoragem, equidade, confiança ou desconfiança, força do carácter, ilusões, etc.

Talvez a maior crítica feita ao *homo economicus* seja a incapacidade, apesar de muito elegante, de explicar como os agentes económicos realmente agem nos mercados. E a

principal crítica ao *homo neuroeconomicus* é o fato de ser um conceito novo, precisando, portanto, passar por vários testes para que seja amplamente aceito nas actividades económicas e académicas. Isto somente acontecerá com a utilização deste conceito ao longo do tempo.

Por fim, o que se pode evidenciar diante da existência destes dois seres representativos de duas ideias bastante distintas acerca dos indivíduos é o processo de tomada de decisão. É que basicamente, um representa a modelação do homem como ele deveria agir em momentos económicos e o outro representa o homem como ele realmente é nestas situações.

2. Conhecendo a Neurociência

2.1 Algumas considerações gerais

Desde há muito tempo que a comunidade científica “sonha” desvendar os mistérios relativos ao comportamento humano e os processos cerebrais que regem tais comportamentos. Se antes isto parecia uma tarefa difícil, agora este desejo parece estar ao alcance dos cientistas que estudam o cérebro. Existe também um interesse muito particular pelos novos termos, como é o caso do termo “neurotransmissor”, “cérebro reptiliano”, “sistema dopaminérgico”, “neurónios”, enfim, todo um universo novo que se abre diante de muitas possibilidades analíticas.

Para a Neuroeconomia, em especial para os economistas e demais profissionais que estão migrando para a Neuroeconomia, é importante ter o conhecimento básico acerca dos principais pontos referentes à neurociência para o acompanhamento de publicações, eventos e realização de pesquisas nesta área.

Poder-se-á dizer que estudar o mundo novo da neurociência poderá, talvez abusivamente, ser comparado ao momento histórico das grandes navegações em que o risco pode ser elevado, mas os ganhos para aqueles que tiverem coragem de enfrentar os desafios poderão ser imensuráveis.

Mas afinal, o que é a Neurociência? A Neurociência é a ciência que estuda o cérebro e tem a tarefa de fornecer explicações do comportamento em termos da actividade cerebral, de explicar como milhões de células neurais individuais, no cérebro, actuam para produzir o comportamento (ver Araújo, 2012, p. 2). Considerando que – conhecidos os processos cerebrais – será possível atuar sobre o cérebro, poderemos considerar a referência atribuída a Freud de que, efetivamente, conhecendo os processos cerebrais, ciências como a Psicanálise poderão deixar de ser necessárias, perdendo a sua utilidade. Ou seja, o estudo do cérebro pelas novas vias seria com certeza mais profícuo em encontrar as soluções convenientes.

Tem-se conhecimento de que alguns médicos realizavam um tipo de cirurgia no cérebro há milhares de anos atrás. Os nossos ancestrais (há 4.000 a.C) já se arriscavam a realizar esta que é uma das formas mais antigas de cirurgia cerebral, a trepanação.

A técnica de trepanação consistia em perfurar à mão um buraco de 2,5 cm a 3,5 cm de diâmetro no crânio de um homem vivo, sem anestesia ou assepsia, por 30 a 60 minutos. A trepanação foi realizada ao longo de praticamente todas as eras. Escritos dos primeiros cientistas do Egito Antigo indicam que eles estavam cientes de vários sintomas de danos no

cérebro. Dentro da medicina moderna, a trepanação consiste na abertura de um ou mais buracos no crânio, através de uma broca neurocirúrgica (ver Barros, 2012, p. 03).

No que diz respeito ao comportamento em si, os estudiosos antigos diziam que o coração, e não o cérebro, era a “sede da alma e um repositório das memórias”. Esta óptica do coração como sede da produção do pensamento permanece praticamente inalterada até os tempos do filósofo Hipócrates. Os gregos, no século IV a.C., chegaram à conclusão de que o cérebro é o órgão responsável pela sensação. A escola mais influente era a de Hipócrates (460 – 379 a.C), pai da medicina ocidental, que foi quem estabeleceu a crença de que o cérebro não apenas estaria envolvido com as sensações, mas também seria o local onde a inteligência assentaria. Porém, esta óptica, não era amplamente aceita. O filósofo Aristóteles (384 – 322 a.C) acreditava que o coração seria o centro da inteligência. Ele acreditava que o cérebro seria apenas um radiador para esfriar o sangue sobre-aquecido pelo coração. O temperamento racional era então explicado pela capacidade de resfriamento do cérebro².

Galeno (130 – 200 D.C) destacou-se nesta área. Baseou-se na visão de Hipócrates aquando do funcionamento do cérebro. Além de observar o sistema nervoso de cadáveres de gladiadores do Império Romano, Galeno se utilizava de dissecação de animais para tirar suas conclusões. Destes estudos, ele concluiu que duas partes que mais lhe chamaram a atenção seriam o cérebro e o cerebelo. Segundo Galeno, o cérebro é mais suave ao tato e o cerebelo é mais duro. Dessas observações Galeno sugeriu que o cérebro fosse o recipiente das sensações e o cerebelo deveria comandar os músculos (ver Araújo, 2012, p. 2).

Um dos defensores da visão funcional do cérebro baseado nos fluídos foi o matemático e filósofo francês René Descartes (1596-1650). Embora ele acreditasse que o cérebro e o comportamento pudessem ser explicados por essa teoria, para Descartes era inconcebível que apenas isso fosse capaz de explicar a essência do comportamento dos homens. Ele argumentava que Deus concebia o intelecto e uma alma para cada humano, e por isso éramos diferentes dos demais animais. Durante o século XVIII a ciência do cérebro recebeu muitas contribuições relevantes. Benjamin Franklin (1706-1790) publicou o panfleto intitulado *Experiments and Observations on Electricity* que introduziu uma nova compreensão do fenómeno eléctrico. Na virada do século. O cientista italiano Luigi Galvani (1737-1798) e depois o biólogo alemão Emil du Bois-Reymond (1818-1896) mostrariam depois que os músculos se contraem aquando de estímulos eléctricos, e que o cérebro tem a “incrível” capacidade de produzir electricidade. Essas descobertas finalmente acabaram com a ideia de

² Para informações complementares, ver Araújo (2012, p. 05).

que os nervos comunicavam-se com o cérebro através do movimento de fluídos (ver Araújo, 2012, p. 05).

Para clarificar sobre a Neurociência e o comportamento, Araújo (2012, p. 05) realçou os principais acontecimentos endógenos ao desenvolvimento desta disciplina:

- Antes da invenção do microscópio composto, no século XVIII, o tecido neural era considerado como tendo função glandular – ideia que pode ser rastreada até à Antiguidade; também a proposta de Galeno de que os nervos seriam condutores que levariam os fluídos secretados pelo cérebro e medula espinhal para a periferia do corpo era aceite.
- Apenas no final do século XIX, com os estudos do médico italiano, Camillo Golgi (1843-1926), e do histologista espanhol Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), a estrutura das células neurais foi descrita em detalhe.
- No final do século XVIII, o médico e físico italiano, Luigi Galvani (1737-1798), descobriu que as células excitáveis, musculares e neurais, enquanto vivas, produziam electricidade. No século XIX, Emil Du-Bois-Reymond (1818-1896), Johannes Müller (1801-1958) e Hermann Von Helmholtz (1821-1894) foram capazes de mostrar que a actividade eléctrica em uma célula neural afecta a actividade das células adjacentes de forma previsível.
- No final do século XIX, Claude Bernard, (1813-1878) na França, Paul Ehrlich (1854-1915), na Alemanha e John Langley (1852-1925), na Inglaterra, demonstraram que substâncias químicas interagem com receptores específicos nas células. Essa descoberta tornou-se a base do estudo sobre a natureza química da comunicação entre as células neurais.
- Os estudos de Charles Darwin (1809-1882) sobre a evolução formaram o palco para a observação sistemática da acção e do comportamento. Esse novo enfoque originou a psicologia experimental, o estudo do comportamento humano sob condições controladas.
- No final do século XVIII, o médico e neurologista Franz Joseph Gall (1758-1828) propôs que regiões distintas do córtex cerebral controlariam funções distintas.
- Nos últimos anos da década de 1820, Pierre Flourens (1794-1867), na França, tentou isolar as contribuições de diferentes partes do sistema nervoso para o comportamento, pela remoção (em animais) dos centros funcionais identificados por Franz Joseph Gall. Flourens concluiu que regiões cerebrais específicas não são as únicas responsáveis por

comportamentos específicos, mas que todas as regiões cerebrais participam para cada função mental. A hipótese do campo agregado prevaleceu até metade do século XIX, quando foi seriamente questionada pelo neurologista britânico J. Hughlings Jackson (1835-1911). Em seus estudos clínicos sobre a epilepsia focal, doença caracterizada por convulsões que começam em uma parte do corpo, Jackson mostrou que processos sensoriais e motores distintos ficavam localizados em diferentes regiões do córtex cerebral.

- Esses estudos foram desenvolvidos sistematicamente no final do século XIX e início do século XX pelo neurologista alemão Karl Wernicke (1848-1905), pelo fisiologista inglês Charles Sherrington (1857-1952), e por Ramón y Cajal, na chamada hipótese da conexidade celular. Segundo ela, os neurónios individuais são as unidades sinalizadoras do cérebro; em geral, estão dispostos em grupos funcionais e se interconectam de modo preciso.

Contudo, como se verá a seguir, a neurociência deu um salto quântico em termos analíticos, em especial com o advento das técnicas de pesquisa por imagem cerebral, como é o caso da Ressonância Magnética Funcional.

2.2 O cérebro humano

A compreensão das decisões do homem na economia está relacionada com o entendimento do funcionamento do cérebro. O funcionamento físico do cérebro impõe limitações à tomada de decisão dos agentes gerando comportamentos irracionais, se analisados sob a óptica da economia ortodoxa.

Para entender o funcionamento deste mecanismo e de como ele leva os agentes económicos ao erro, primeiro, é essencial que se compreenda que o cérebro é um órgão, logo é destrutível, e com o envelhecer do organismo a sua destruição é factível. Entretanto as tarefas que o cérebro realiza são de extrema complexidade, sendo que ele dispõe de uma capacidade limitada de energia para a realização destas tarefas. Além disso, não importa a complexidade da tarefa, ele não terá nenhum acréscimo de energia para desempenhar tarefas mais complexas.

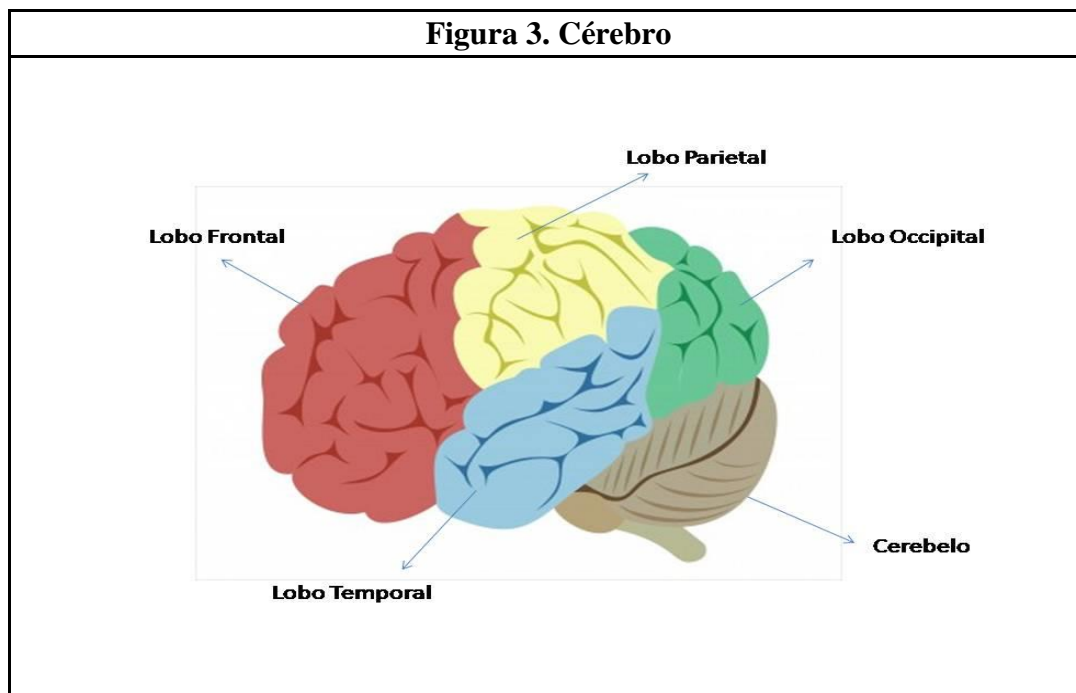
No cérebro produzem-se os pensamentos, as crenças, as recordações, o comportamento. É o centro do controle do organismo que coordena as faculdades do movimento, do tacto, do olfacto, do ouvido e dos estados de alerta. Possibilita a formação da linguagem, entender e efectuar operações numéricas, compor e apreciar música, visualizar e entender as formas

geométricas e comunicar com os outros. Está dotado, inclusive, da capacidade para planificar com antecipação e criar fantasias. Revê todos os estímulos que provenham, quer de órgãos internos quer da superfície corporal, dos olhos, dos ouvidos, do nariz. Em resposta a estes estímulos, corrige a postura corporal, o movimento dos membros e a frequência do funcionamento dos órgãos internos (ver Eduardo, 2009, p. 121).

O cérebro - ou as reacções que dele derivam - é composto de várias regiões que fazem parte ou formam o sistema nervoso. O sistema nervoso está dividido em três subdivisões anatômicas e funcionais: o sistema nervoso central (SNC), o sistema nervoso periférico (SNP) e o Sistema Nervoso Autônomo. O sistema nervoso central é bilateral e simétrico e é composto pelo cérebro e pela medula espinal e pelo resto do organismo. E o sistema nervoso periférico é uma rede nervosa que serve de ligação entre o cérebro e a medula espinal e o resto do organismo. Por fim, o Sistema Nervoso Autônomo, que compartilha algumas estruturas nervosas com o SNC e o SNP. Ele funciona “automaticamente”, sem que se tome consciência, controlando funções básicas, como temperatura do corpo, pressão arterial e batimento cardíaco (ver Carter, 2012, p. 40).

Os três componentes principais do cérebro são o encéfalo (o cérebro em si), o tronco encefálico e o cerebelo. O cérebro é dividido em hemisférios cerebrais direito e esquerdo, que são ligados no centro por fibras nervosas conhecidas como corpo caloso (ver Eduardo, 2009, p. 122).

O lado esquerdo do cérebro se especializou em uma perspectiva concentrada e sequencial dos pensamentos, enquanto o lado direito é especialista em dar um passo atrás para considerar o contexto mais alargado. Por isso, se diz que o lado esquerdo é responsável pelo discurso verbal, já o hemisfério direito determina a entonação (ver Eduardo, 2009, p. 122).



Fonte: Image credit: mitay20 / 123RF Banco de Imagens (2013).

As tarefas são realizadas por partes bastante específicas do cérebro conectadas de maneira uniforme, em que cada parte específica contribui para o fluxo global da actividade nervosa. Os lobos são as principais regiões físicas do cérebro, existindo o lobo frontal, o parietal, o occipital e o temporal. O lobo frontal responsabiliza-se pelo planeamento consciente e controla a actividade motora. O lobo parietal tem a ver com as sensações espaciais e corporais. O lobo occipital interpreta a visão. Já o lobo temporal é responsável pela audição e pela memória auditiva, permitindo a identificação de pessoas e de objectos, processa e enquadra acontecimentos passados e inicia a comunicação ou acções (ver Eduardo, 2009, p.124).

Algumas outras importantes actividades do organismo são controladas pelo tronco cerebral e pelo cerebelo. O tronco cerebral influi no controle das actividades automáticas do corpo (deglutição, frequência cardíaca e respiratória). Controla também actividades como a velocidade com que o organismo consome os alimentos e aumenta o estado de alerta quando necessário. O tronco cerebral contém vários conjuntos de corpos celulares chamados de núcleos. Alguns destes núcleos recebem informações da pele e dos músculos da cabeça e também grande parte da informação dos sentidos especiais, da audição, equilíbrio e gosto. Outros núcleos controlam a saída motora para músculos da face, olhos e pescoço. O cerebelo, situado por baixo do cérebro e por cima do tronco cerebral contribui para a uniformidade e precisão dos movimentos (ver Eduardo, 2009, p. 124).

O cérebro responde aos eventos com os recursos que estiverem disponíveis. Para que isto ocorra existe uma série de células nervosas bem estruturadas que se localizam por debaixo do cérebro. Esta estrutura configura-se da seguinte forma: o *hipocampo*, os *gânglios basais*, o *tálamo*, o *hipotálamo*. No interior dos hemisférios cerebrais está o *hipocampo*, que é fundamental para a memória. Os gânglios basais, “enterrados” a um nível ainda mais profundo, são essenciais para a aprendizagem de hábitos e colaboram na coordenação dos movimentos. O *hipotálamo* é uma das partes mais ocupadas do cérebro. A sua principal função é manter a homeostase. Coordena as actividades mais automáticas do organismo, controla os estados de sono e de vigília e regula o equilíbrio da água e a temperatura corporal. É responsável por regular a fome, a sede, resposta à dor, níveis de prazer, satisfação sexual e comportamento de raiva e agressividade. É aqui que se regulam a frequência cardíaca, pressão sanguínea, respiração e resposta de alerta em algumas circunstâncias. Através de outras partes do sistema límbico e olfactivo recebe informações que o ajudam a regular a ingestão alimentar e a sexualidade.

O cérebro e o sistema nervoso juntos formam uma poderosa rede de comunicação - extremamente complexa - que envia e recebe informações simultaneamente em grande quantidade. Tal sistema funciona por estímulos eléctricos e químicos, através de células nervosas. O sistema nervoso em sua totalidade contém aproximadamente dez mil milhões de células nervosas (neurónios) que percorrem todo o organismo e estabelecem uma interconexão entre o cérebro e o corpo. O neurónio compõe-se do corpo celular e de um só prolongamento alongado para a transmissão de mensagens. Os neurónios têm muitas ramificações, as quais captam as informações. Normalmente os nervos transmitem as informações por meio de impulsos eléctricos em uma mesma direcção. O prolongamento alongado e chamado de axónio do neurónio liga-se com as muitas ramificações existentes. O axónio que conduz à mensagem liberta uma pequena quantidade de substâncias químicas - os neurotransmissores - no ponto de contacto entre os neurónios. Estas substâncias estimulam as ramificações do neurónio contíguo para que este inicie uma nova onda de excitação eléctrica. Diferentes tipos de nervos utilizam diferentes neurotransmissores para transmitir as mensagens pelos pontos de contacto dos neurónios (ver Eduardo, 2009, p. 124).

Os neurónios podem fazer muitas conexões (aproximadamente 86 bilhões). Estas conexões apresentam-se sob muitas formas, utilizando-se de diferentes moléculas mensageiras para provocar diferentes reacções.

O entendimento da forma como os neurónios se conectam nas sinapses é sem dúvida alguma

uma fonte rica de informação para a Neuroeconomia. O entendimento deste complexo sistema pode a princípio trazer alguma relutância na área da economia, mas é evidentemente visível que ao longo deste trabalho que estas relações aparentemente complexas se correlacionam com assuntos vulgares aceites pelos economistas.

2.3 Os Neurotransmissores e os hormónios

São os neurotransmissores que fazem com que os seres humanos sejam capazes de agir, se emocionar e raciocinar. Dessa forma a Neuroeconomia busca entender o que são os neurotransmissores e como afectam o quotidiano económico das pessoas.

Os neurotransmissores são substâncias químicas produzidas pelos neurónios, isto é, pelas células nervosas com a função de biossinalização. Por meio delas, podem enviar informações a outras células. Podem também estimular a continuidade de um impulso, ou efectuar a reacção final no órgão ou músculo alvo. Os neurotransmissores são liberados na fenda sináptica e captados por terminais pós-sinápticos (por meio de receptores localizados na membrana pós-sináptica) aquando da passagem do impulso nervoso de uma célula para outra. Isto é o que os neurocientistas chamam de transmissão sináptica. De acordo com a propriedade funcional do neurotransmissor e do terminal pós-sináptico, os neurotransmissores são conhecidos por promoverem respostas excitatórias ou inibitórias entre neurónios que se comunicam por sinapses químicas (ver Bittencourt, 2012, p. 1).

Existem muitos neurotransmissores, podendo aqui destacar-se os seguintes:

- **Dopamina** - Trata-se de um neurotransmissor sintetizado por um grupo muito pequeno (menos de 1%) de neurónios no tronco do cérebro (ver Berns, 2008, p. 63). A função da *dopamina* é estimular o sistema nervoso central. Geralmente a dopamina está ligada a comportamentos de dependência de jogo, sexo, álcool e, certamente, também do consumo (ver Camargo, 2011, p. 37). Tem-se três funções muito importantes para a *dopamina*. Por um lado, o controlo do movimento, e isso é feito por uma via específica (a via *nigro-estriada*), ou seja, neurónios dopaminérgicos produzem *dopamina*, estão na substância negra e comunicam com o estriado; é quando há desregulação desta via que se identifica nos seres humanos o Parkinson. Contudo, sabe-se que temos neurónios dopaminérgicos nesta região *ventro-tegmentar* que têm projecções para o sistema límbico. Parece que quando isto está alterado de alguma forma, há alteração do humor e da cognição e, por isso, surgem síndromes como são as psicoses (ex: esquizofrenia). Existe ainda uma função importante da

dopamina no *hipotálamo*, que é a produção de *prolactina*, que em casos de desregulação pode levar à hiperprolactinemia (ver Coelho, 2006, p. 6).

- **Serotonina** - Este neurotransmissor é particularmente importante. Possui forte efeito no humor, memória e aprendizado. Regula o equilíbrio do corpo. A ausência desse neurotransmissor é a causa de inúmeras patologias como sejam, por exemplo, o emagrecimento, a enxaqueca, a depressão profunda, ou a insónia. As únicas formas que se conhece de produção desse neurotransmissor são a alimentação balanceada e os exercícios físicos. A *serotonina* e outras moléculas mensageiras transmitem sinais de uma célula para outra ao interagir com moléculas especiais, chamadas receptores, que agem como “porteiras”. Quinze subtipos de receptores pelo menos são abertos pela *serotonina*. Cada um destes subtipos de receptores influi de alguma forma nos aspectos referentes ao humor, funcionamento e comportamento (ver Hart, 2010, p. 31).
- **Acetilcolina (ACh)** - A *acetilcolina* controla a actividade de áreas cerebrais relacionadas com a atenção, aprendizagem e memória. Pessoas que sofrem da doença de Alzheimer apresentam tipicamente baixos níveis de ACh no córtex cerebral, e as drogas que aumentam sua acção podem melhorar o sistema digestivo em tais pacientes. É liberada pelo sistema autónomo parassimpático; e os neurónios sintetizadores e liberadores de ACh são denominados “colinérgicos” (ver King, 2000, p. 1).
- **Noradrenalina** - Segundo o CFF (Conselho Federal de Farmácia do Brasil), trata-se de uma substância química que induz a excitação física e mental e o bom humor. A produção ocorre na área do cérebro (tronco encefálico) chamada de *locus coeruleus*, que é uma área do cérebro relacionada com o "prazer". A Noradrenalina (*norepinefrina*) é uma mediadora dos batimentos cardíacos, pressão sanguínea, é também responsável pela taxa de conversão de glicogénio (glucose) para energia, assim como traz outros benefícios físicos.
- **Endorfina** - Esta substância é um opiáceo que modula a dor e reduz o estresse, por exemplo. Endorfina é um termo abrangente, que na verdade engloba três famílias de peptídeos opióides produzidos no organismo: encefalinas, dinorfinas e b-endorfinas (ver Hayashida *et al*, 2013, p. 1). Um bom exemplo de um momento quando o organismo libera endorfina é o de quando terminamos uma atividade física, como correr trinta minutos na esteira. Mas também o organismo pode liberar endorfina após

a ingestão de alimentos, atividades prazerosas, entre outras. Além de aliviar a dor, a endorfina melhora uma série de mecanismos endógenos ao organismo, por exemplo, melhora o sistema imunológico, a memória, e reduz os efeitos do envelhecimento.

O sistema endócrino libera uma substância química que é transportada pela corrente sanguínea e também pelos demais fluídos que o corpo produz, esta substância química se chama hormônio. Os hormônios são produzidos em órgãos específicos e a sua função no organismo é a de regular outros órgãos em outras regiões do organismo. Os hormônios são constituídos por três classes de substâncias químicas.

Vejam os hormônios mais importantes para a Neuroeconomia:

- **Oxitocina** - A *oxitocina* é produzida principalmente no cérebro (núcleos supra-óptico e parvoventral do *hipotálamo*) e nos ovários e testículos. Ela tem uma importante acção na conduta de afiliação ou, de outro modo, na associação da cria com sua mãe ou com outro criador. A produção da *oxitocina* também facilita a resposta sócio-sexual nos répteis, pássaros e, também, nos seres humanos (ver Alvarenga, 2012, p. 1). A *oxitocina* é um hormônio presente no corpo do homem e da mulher, vulgarmente conhecido como hormônio do amor. Rotineiramente a *oxitocina* é utilizada para induzir o parto nas mulheres com mais de 41 semanas de gestação. A função da *oxitocina* é estreitar o vínculo afectivo entre mãe e filho, além disso, é o hormônio que faz com que o útero contraia no final da gravidez para que o bebê nasça. A *oxitocina* é chamada de hormônio do amor, pois está intimamente ligada à sensação de prazer e de bem estar físico, emocional, e à sensação de segurança e de fidelidade no casal. No homem, a *oxitocina* é capaz de deixá-lo menos agressivo, mais amável, generoso e com comportamentos sociais mais adequados, embora sua actuação seja muitas vezes bloqueada pela acção da *testosterona*.
- **Cortisol** - Trata-se de um hormônio da família dos esteroides, produzido pela parte superior da glândula supra-renal. O cortisol geralmente é correlacionado na resposta ao estresse. Este hormônio estabelece relação com o sistema emocional. Além disso, é sua função controlar inflamações, alergias, níveis de estresse, diminuir a imunidade, manter a estabilidade emocional, estimular o açúcar do sangue e criar proteínas (ver Kanegane, 2007, p. 28). Ao longo do dia o cortisol pode estar alto ou baixo no sangue. O nível de cortisol flutua durante o dia porque ele está correlacionado com a serotonina (vulgarmente chamada de hormônio do bem estar).

2.4 A teoria dos três cérebros

A teoria dos três cérebros pode ser mencionada como uma teoria correspondente à vertente localizacionista da neurociência. Foi uma teoria de enorme importância para a propagação dos estudos de neurociência, em especial entre a comunidade não especializada.

Segundo esta proposta, o cérebro humano é dividido em três além da divisão habitual feita na literatura (hemisfério direito e esquerdo). Trata-se da proposta desenvolvida pelo neurocientista Paul MacLean (1913-2007). A forma como MacLean explicou sua concepção sobre o cérebro simplificou a forma pela qual este assunto das neurociências passou a ser, de uma forma geral, mais utilizado nas várias ciências. O próprio Neuromarketing se fez valer desta simplicidade apresentada pela teoria do cérebro *triuno* para fundamentar suas hipóteses acerca da tomada de decisão dos consumidores sobre os estímulos publicitários. Evidentemente quando se simplifica demais um assunto corre-se o risco de perder pormenores específicos acerca do assunto. Contudo esta nomenclatura definida por McLean ajuda bastante no entendimento dos conceitos iniciais em neurociência.

Portanto, a real motivação para inclusão desta teoria neste arcabouço é o de permitir o entendimento básico das funções do cérebro humano. Afinal, isto parece ser o suficiente para a compreensão da forma como os agentes económicos interagem diante dos estímulos decisoriais da vida económica. Mas não se pode negar que as decisões económicas são processadas, sentidas e realizadas pelo cérebro de uma forma geral. Contudo algumas regiões são ativadas mais do que outras no processo de tomada de decisão. Não é o objetivo deste estudo, investigar qual das vertentes (localizacionistas ou distribucionistas) tem a razão aquando do funcionamento do cérebro. O que se torna relevante nesta altura é permitir uma visualização dos componentes cerebrais e de seu funcionamento segundo os pressupostos de Mclean.

É interessante estudar-se individualmente cada parte do cérebro segundo a teoria do cérebro *Triuno*, que apresentamos a seguir:

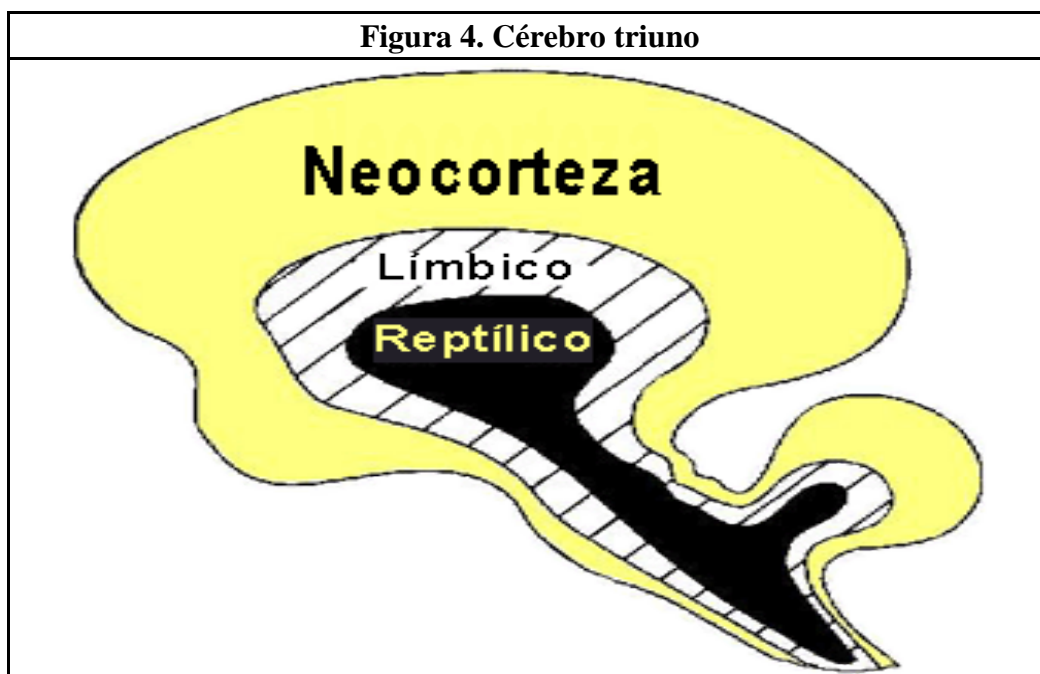
- O Neo-córtex - é responsável pela razão, representado pela fala, a escrita, o raciocínio. Em uma acção de compra, primeiro o consumidor toma a decisão depois ele a justifica. É na hora da justificativa que o córtex entra em acção. No processo evolutivo, a ampola neutral continuou o seu desenvolvimento: nasceram dois ventrículos laterais, ocupando simetricamente a direita e a esquerda, sendo o interior daquilo que serão os hemisférios cerebrais. As regiões do *córtex* reagem em um tempo muito curto, e apesar de construída segundo o mesmo modelo, cada uma delas

conserva a sua originalidade funcional. Por exemplo, reconhecer um rosto, um lugar, um odor ou um poema não requer a totalidade das células corticais, mas sim, células especiais (ver Robert, 1994, p. 50). O Neo-córtex é, portanto, bastante importante para a captação de aspectos sensoriais de estímulos da Neuroeconomia. Isto significa que a utilização dos cinco sentidos é importante no processo de compra e venda de produtos e serviços no mercado (ver Chavaglia *et al*, 2012, p. 45).

- Sistema límbico - em tese é responsável por processar as emoções, quando um cliente se emociona na compra de um disco dos Beatles ou na compra do primeiro carro, da primeira casa, ou da viagem dos seus sonhos. Indo mais além, quando um cliente assiste aos comerciais da TV e um comercial apela à emoção como a surpresa ou o medo, o sistema límbico é activado. Considerando as estruturas cerebrais no sistema límbico, pode-se considerar: a amígdala (medo), o hipocampo (memória de longo prazo), o tálamo (conexão com as demais partes do sistema límbico), o *hipotálamo* (controle do sistema autónomo), o giro do cíngulo (reação emocional à dor e da regulação do comportamento agressivo), o tronco cerebral (acção, vigília), a área tegmental ventral (prazer), o septo (orgasmo). O sistema límbico é responsável pelas recordações. A recordação repetida, guiada pela experiência, autoriza a aprendizagem indispensável ao quotidiano e ao exercício de uma profissão, e das demais acções económicas do quotidiano (ver Chavaglia, *at al*, 2012, p. 44). Apesar do facto de que o conceito de sistema límbico ainda continua como a visão predominante sobre como o cérebro processa emoções, esta é uma teoria falha e inadequada sobre o cérebro emocional. Entretanto não existe uma definição específica para o sistema límbico. Montanhas de dados sobre o papel das áreas límbicas relacionadas com a emoção podem ser encontradas na literatura, mas ainda há pouca compreensão de como nossas emoções podem ser produto do sistema límbico. Particularmente problemático é o facto de que não se pode prever com base na teoria original de emoção límbica ou qualquer dos seus descendentes, como aspectos específicos do trabalho da emoção no cérebro (ver LeDoux, 2000, p. 155). Contudo o que se apresenta como facto é que as emoções continuam a dirigir o nosso comportamento, sendo um factor decisivo no longo processo evolutivo da espécie humana.
- Cérebro reptiliano - é o cérebro decisor, é nele que os impulsos eléctricos que levam à acção são processados, o cliente compra por impulso, o cliente compra sem pensar. Voltando ao exemplo da compra de um produto: primeiro a decisão é tomada, depois

ela é justificada. O cérebro reptiliano significa o talho cerebral, é responsável pela regulação dos elementos essenciais de sobrevivência. Segundo o próprio Mclean, ele é “compulsivo e estereotipado”. McLean ilustra esta função ao sugerir que o cérebro reptiliano organiza os processos envolvidos no regresso das tortugas marinhas ao mesmo terreno de criação de anos atrás (ver Chavaglia, *et al*, 2012, p. 47).

Portanto, a maioria das decisões económicas depende do cérebro réptil. Mas é factível que quando os processos cerebrais ocorrem, não importando a área específica, todas as regiões cerebrais são ativadas trabalhando, no entanto para que uma área específica faça o seu trabalho o mais eficazmente possível. Um bom exemplo é a formação da demanda individual. Desta forma a não inclusão de variáveis neuroeconómicas voltadas para o entendimento e para a comunicação com o cérebro decisor como é o caso do efeito de contexto, da percepção, das emoções, do chamariz (como o efeito grátis), pode ser fatal para os resultados positivos de uma campanha mercadológica de um produto ou serviço no mercado, assim como para toda e qualquer análise económica que envolva seres humanos.



Fonte: Velasquez (2011)

2.5 Técnicas de pesquisa em Neurociência e Neuroeconomia

Graças às revolucionárias técnicas de pesquisa por imagem existente nas Neurociências, hoje se pode verificar precisamente os locais do cérebro que reagem aos estímulos económicos, como por exemplo, uma campanha publicitária – é o caso da Ressonância Magnética

Funcional (Rmf), da Tomografia Computadorizada, e do Electroencefalograma (EEG).

Entretanto, a Neurociência e consequentemente a Neuroeconomia dispõem de outras técnicas e tecnologias que têm enorme importância para o desenvolvimento de pesquisas referentes à decisão de compra e venda no mercado. É o caso dos aparelhos como o *Eye Tracking* (mapeamento ocular) e do *Face Reading* (leitura de micro-expressões faciais).

Independentemente da técnica a ser utilizada, é necessário enfatizar que outras metodologias de pesquisas em Neurociência mais invasivas foram excluídas deste estudo, como é o caso, por exemplo, da pesquisa experimental referente à farmacologia e da pesquisa realizada por meio da coleta de substâncias como saliva e sangue, por exemplo.

A partir desta altura serão apresentadas as principais técnicas de pesquisa em Neuroeconomia.

2.5.1 Face Reading

Observar o rosto dos agentes na hora de uma tomada de decisão económica, sem dúvida alguma, é uma das formas mais eficazes de saber o que ele está pensando acerca do produto ou serviço ofertado. Isso porque os músculos faciais indicam exatamente o sentimento que está dominando o cliente no momento da compra (ou de um estímulo), já que esses movimentos são universais e se reproduzem em rostos de pessoas dos variados continentes do globo terrestre: da Amazônia brasileira até o Alentejo em Portugal, por exemplo. No processo mercadológico, a utilização da leitura facial se justifica no estudo e na codificação do significado das expressões faciais dos agentes económicos. Em estudos mais completos, mapear as reações cerebrais das emoções associadas às micro-expressões faciais pode contribuir de forma decisiva para a pesquisa. Dessa forma, mapear as micro-expressões pode ser uma técnica bastante eficaz para o entendimento da reação do cliente diante de um produto específico, por exemplo.

Hoje, com a ajuda de bons equipamentos de imagem (como câmeras com muitos megapixels) e os estímulos certos, resultados impressionantes podem ser gerados. Outra opção é a utilização de um software que consegue mapear até quarenta rostos em uma sala e suas respectivas micro-expressões faciais.

2.5.2 Eye Tracking

No imaginário de muitos cientistas económicos, saber para onde um agente económico está olhando na hora de um estímulo, em especial os profissionais de marketing aquando de uma campanha publicitária visual, sempre foi um “sonho” distante. Devido ao grande avanço tecnológico deste início de século, o mapeamento ocular dos agentes económicos é hoje uma

realidade alcançada. Estamos falando do *Eye Tracking*, que é um aparelho que mapeia os pontos focais do movimento ocular dos agentes económicos, em especial, alguns clientes diante de embalagens, panfletos, sites, rótulos, comerciais para a TV, vitrines de lojas, entre outros estímulos. Em termos de identificação de chamarizes visuais em campanhas de marketing, por exemplo, o *Eye Tracking* tem apresentado enorme utilidade.

O dispositivo vem acompanhado de um centro de armazenamento de dados, de câmeras e de um óculo especial para a captação do ponto de visão. O pequeno centro de armazenamento de dados é colocado na maioria das vezes no cinto dos clientes que são orientados a agir como se estivessem no supermercado, por exemplo.

As informações são transmitidas sem a necessidade de cabos. Essas informações são enviadas para um computador que dispõe de um *software* específico fornecido pelo fabricante do aparelho de *Eye Tracking* (por exemplo, Tobbi).

Com o gráfico de *heatmap*, depois de carregada a informação do dispositivo, pode-se ver as áreas mais visualizadas pelos clientes (pontos vermelhos). Assim como as áreas que ficaram em segundo plano (pontos amarelos) e por fim as áreas que ficaram em terceiro lugar na hierarquia de foco (pontos verdes). Toda essa informação é processada podendo ser apresentada em forma de banco de dados e gráficos.

No Brasil, o Ipdos Neurobusiness (de Curitiba-PR), a FGV Projetos e a UFRJ são referências na utilização do *Eye Tracking* para pesquisa de mercado. Paralelamente à pesquisa académica, muitas empresas têm se utilizado dos recursos disponíveis pela pesquisa com o *Eye Tracking*.

Comparativamente com as pesquisas de mercado tradicionais, as pesquisas com *Eye Tracking* demonstram uma enorme vantagem. Isto porque a pesquisa tradicional se baseia em questionários que geralmente são enviados por e-mail ou então por entrevistas de campo. Logicamente isto depende da sinceridade e da disposição dos respondentes. Com o *Eye Tracking*, sabe-se exatamente para onde, quando, quanto durou e qual a percentagem de pessoas que olharam para determinada área na hora do estímulo.

Como principal problema da utilização do *Eye Tracking*, podemos destacar o preço para aquisição e também para a contratação de uma consultoria especializada para realização de pesquisas. Hoje o preço de um bom aparelho custa o mesmo que muitos carros importados. Uma consultoria não sai por menos de oito mil Euros. Do lado da oferta isto é bom, pois tem elevado valor agregado e cria barreiras à entrada e do lado da demanda, contar com as possibilidades que o *Eye Tracking* pode trazer representa uma inovação capaz de gerar vantagens competitivas para a empresa.

O *Eye Tracking* apresenta-se, portanto, como uma ferramenta altamente eficaz na produção de efeitos mercadológicos para produto e para toda a comunicação visual dos mesmos. No geral, é mais um diferencial que a pesquisa em Neuroeconomia dispõe para o entendimento do comportamento dos agentes económicos no mercado.

2.5.3 Técnicas de SPET e PET

O SPET (Tomografia por emissão de fóton único) e o PET (e de pósitrons) são técnicas da medicina nuclear que possibilitam tanto a avaliação de neuroreceptores, como a avaliação do fluxo sanguíneo cerebral. Essas técnicas utilizam radiotraçadores, ou seja, substâncias com grande afinidade e especificidade para determinados receptores e que são marcadas com um radioisótopo. Durante um *scan*, o radiotraçador (também denominado ligante) é injetado no indivíduo e se concentra nas regiões cerebrais onde há maior número de receptores disponíveis para ligação. Com gama-câmeras, capta-se os raios gama emitidos pelo ligante (ver Bressan *et al*, 2001, p. 1). Um sistema de computador reconstrói essas informações na forma de imagens tridimensionais. As imagens finais são cortes do cérebro como numa tomografia, com a diferença de que essas imagens são mapas de distribuição e concentração do ligante no cérebro e não mapas anatómicos. Os locais em que a imagem é mais intensa correspondem às áreas em que há maior número de receptores disponíveis para interação com o ligante. A ligação do radiotraçador ao receptor depende da disponibilidade dos receptores. Substâncias endógenas (neurotransmissores) ou exógenas, que tenham afinidade pelo mesmo receptor, competem pelo sítio de ligação. Os receptores que estão ligados ao neurotransmissor endógeno não interagem com o ligante, assim como os receptores que estão ligados a qualquer outra droga, como, por exemplo, antipsicótico (ver Bressan *et al*, 2001, p. 1).

2.5.4 Ressonância Magnética Funcional

A imagem por ressonância magnética funcional (fMRI) tem-se tornado uma importante técnica no estudo do cérebro humano em ação, principalmente por permitir uma investigação de forma não invasiva e por possuir uma boa resolução espaço-temporal. Nos últimos anos, os mais diferentes métodos têm surgido com o intuito de analisar os sinais coletados em fMRI a fim de detectar activações cerebrais funcionais (ver Campelo, 2010, p. 02).

Os créditos pela invenção da Ressonância Magnética Funcional podem ser atribuídos a Paul Lauterbur (1929-2007). Essa invenção pode ser considerada o que há de mais moderno para a pesquisa de Neuroeconomia e das Neurociências de uma forma genérica.

No cérebro, o núcleo do átomo de hidrogênio da água é a principal fonte de sinal na IRM. A

leitura do sinal em momentos distintos permite visualizar diferencialmente substância cinzenta de substância branca e de fluido cerebrospinal. Ossos densos, que contêm pouca água, são invisíveis em tais imagens (ver Gattass *et al*, 2011, p. 01).

A evolução dos magnetos supercondutores usados para a ressonância magnética (RM), das bobinas e das sequências de pulso com capacidade de gerar altos gradientes com excelente homogeneidade de campo nos três planos, permitiu que a Ressonância Magnética Funcional (RMF) se estabelecesse como uma das ferramentas mais poderosas, rápidas e eficazes no campo da Neurociência (ver Gattass *et al*, 2011, p. 01).

O aparecimento recente do mapeamento funcional por ressonância magnética através da manipulação do contraste intrínseco representado pelas propriedades magnéticas da hemoglobina permite a detecção de alterações hemodinâmicas em locais relacionados com eventos neurais. A atividade neural acarreta elevação do fluxo sanguíneo local por mecanismos que envolvem a liberação de óxido nítrico, um gás vasodilatador difusível. Como o aumento do aporte de sangue arterial nessa região supera em muito a discreta elevação da extração de oxigênio, que está mais ativada, no balanço final, há um aumento da concentração local de oxihemoglobina, que é *diamagnética*, em detrimento da redução da concentração de desoxi-hemoglobina. A desoxi-hemoglobina tem propriedade *paramagnética*, por possuir dois elétrons não pareados, o que gera grande susceptibilidade magnética local, levando à perda de sinal na IMR. O efeito final na imagem consiste em aumento da intensidade do sinal nas áreas ativas, quando as imagens de ativação são subtraídas das de repouso. A magnitude dessa diferença de sinal é pequena, na faixa de 1-5%, e só pode ser determinada após cálculo estatístico da correlação da variação da intensidade do sinal nas fases de controle e estimulação. Essa técnica, BOLD (*Blood Oxygenation Level Dependent*) é a base da maioria das investigações em neurociência feitas com RMF (ver Gattass *et al*, 2011, p. 02).

Devido ao grande incômodo que os exames de Rmf causam aos voluntários, hoje uma variável deste exame tem chamado a atenção da comunidade científica e dos laboratórios pelo mundo fora. Trata-se do *Ambient Experience*, um sistema que tenta recriar virtualmente ambientes como praia, floresta e fundo do mar - cujas imagens e cores são projetadas nas paredes da sala de exame (ver Garattoni *et al*, 2012, p. 57).

Desta forma, a Neuroeconomia conta com um poderoso arsenal, “nunca antes visto” na história das ciências sociais. O “poder de fogo” desse arsenal tem permitido a pesquisadores e empresas do mundo inteiro o estudo da tomada de decisão de forma mais precisa acerca das escolhas dos agentes. O valor econômico que esses estudos estão gerando para as corporações

privadas e públicas ainda não pode ser mensurado. Entretanto é obvio que a forma de se pesquisar no mercado vai mudar drasticamente nos próximos anos, principalmente aquando da utilização da Imagem por Ressonância Magnética Funcional (IRMf).

2.4.5 Condutância de Pele

A condutância da pele é também chamada de atividade electrodérmica ou resposta galvânica da pele (GSR). É uma das técnicas mais utilizadas em pesquisas de Neuroeconomia.

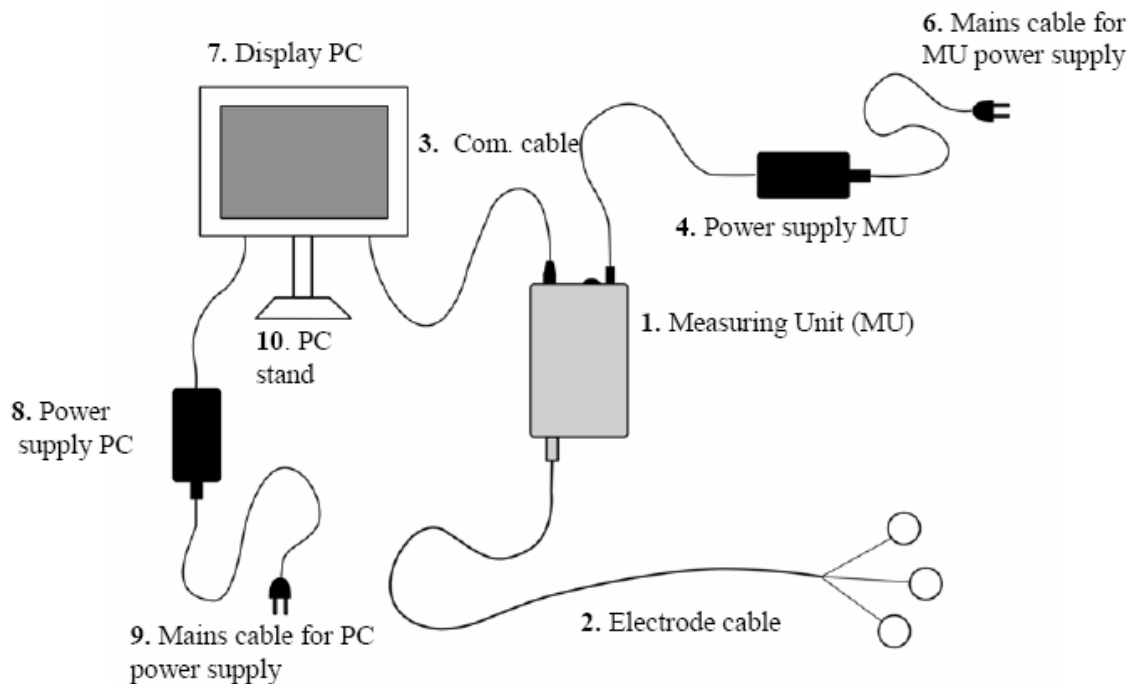
É caracterizada pela mudança no calor e eletricidade transmitida pelos nervos e suor através da pele. A condutividade da pele aumenta em certos estados emocionais e durante ondas de calor que ocorrem com a menopausa (no caso das mulheres). É também chamada de resposta electrodermal e resposta galvânica da pele.

Uma desvantagem reside no fato de que essa técnica permite a indicação de apenas um nível de ativação fisiológica geral, não sendo possível dizer com maior precisão qual é o tipo de emoção que a pessoa está experienciando naquele momento. Ou seja, a medida de condutância é considerada uma medida de ativação (*arousal*) emocional e não há distinção entre activações de valência positiva ou negativa. Porém, quando combinada com questionários ou outros tipos de medidas psicofisiológicas, ela é de grande ajuda porque nos permite acessar reações inconscientes de uma forma simples e barata (ver Jesus, 2011, p. 18). Porém alguns pesquisadores combinam o teste de condutância com o *Face Reading*, *Eye Tracking*, EEG. Esta combinação permite não só obter resultados aquando das sensações de emoção como de outros dados fisiológicos como referido nos tópicos sobre cada tecnologia de pesquisa.

A condutância da pele é medida por meio de um medidor de condutância eléctrica, usando uma corrente alternada de 60 Hz. O aparelho emite uma voltagem de 50 mV através de um sistema de três eléctrodos. O primeiro é o eléctrodo de medida, o segundo o de contracorrente e um terceiro, o eléctrodo neutro.

Os eletrodos podem ser fixados por meio de discos adesivos nos dedos das mãos. O eletrodo de medida é posicionado no terço anterior da superfície plantar, imediatamente antes dos espaços interdigitais, o de contracorrente na face lateral externa do terço posterior e o neutro na face lateral interna do terço posterior.

Figura 5. Equipamentos Condutância



Fonte: Jesus (2011, p. 18).

O SCMS (*Skin Conductance Measure System*) utiliza um programa computacional que regista o NOps (Número de Ondas por Segundo) e calcula a ASC (área Sob a Curva das Ondas). O NOps corresponde à taxa de disparos do SNS (Sistema Nervoso Simpático). As ondas correspondem aos vales e picos derivados dos impulsos eléctricos. Elas são definidas quando a derivada for zero, sendo observáveis em formato gráfico digital em um monitor acoplado ao sistema. A amplitude da onda corresponde à altura da onda, desde o fundo do vale antes do pico até à altura deste último, e é medida em microsiemens (μS). A ASC corresponde à força com que os disparos do SNS são efetuados e é calculada em microsiemens segundo (μSseg), pela soma das áreas sob os grandes e pequenos picos.

2.5.6 Magnetoencefalograma (MEG)

Nos últimos anos, evidenciou-se uma evolução nas pesquisas por imagem nos estudos de Neurociência. Realce-se os testes em Rmf em que o voluntário fica deitado durante aproximadamente quarenta minutos, em que a movimentação do sangue dentro do corpo é observada enquanto a pessoa recebe estímulos emocionais. Contudo sabemos que observar o fluxo sanguíneo do cérebro é importante, mas é necessário considerar que isto não é tudo em Neurociência.

Neste contexto, a Magnetoencefalograma se apresenta como uma ferramenta capaz de ir mais além, penetrar mais fundo no cérebro e enxergar o que os neurónios estão “fazendo”. Esta tecnologia foi proposta pela primeira vez no final da década de 1960. Em vez de medir o fluxo de sangue, a ideia aqui é detectar os campos magnéticos que o cérebro emite, e com isso calcular em tempo real as descargas eléctricas que estão sendo disparadas pelos neurónios.

Apesar de ser uma técnica “incrível” para o estudo do cérebro, trata-se de um equipamento extremamente caro, chegando a custar cerca de U\$ 5 milhões de dólares (ver Garattoni *et al*, 2012, p. 59).

Evidentemente o impacto que esta técnica vai gerar para a Neuroeconomia não pode ser previsto. Mas já se pode imaginar alguns benefícios que a Magnetoencefalografia pode somar às já existentes técnicas de pesquisa.

2.5.7 O futuro da pesquisa em Neuroeconomia: a optogenética pode ajudar consumidores e vendedores?

O cérebro é demasiado complexo. Em função disso os neurocientistas necessitam compreender melhor o funcionamento pleno de um cérebro. Desta forma objectiva-se entender a origem dos pensamentos, memórias, sensações e sentimentos.

O Prémio Nobel de Medicina em 1962, Francis Crick (1916-2004), sugeriu que o principal desafio da neurociência é a necessidade de controlar apenas um tipo de célula no cérebro deixando as demais constantes. A estimulação eléctrica não é a melhor forma, pois é bastante rústica; isso se deve ao fato de existir um estímulo mais geral e menos específico de determinadas regiões, sem diferenciar os diferentes tipos de células. Outra dificuldade é o não desligamento preciso destas células (ver Deisseroth, 2010, p. 35). Parece que a manipulação da luz como fonte de estímulo dos neurónios é a saída para este problema. Microrganismos produzem proteínas que regulam directamente o fluxo de carga eléctrica nas membranas respondendo à luz visível. Tais proteínas são denominadas “opsinas”³. Desde a descoberta desta peculiaridade das “opsinas”, passaram-se aproximadamente trinta anos até que as novas tecnologias permitissem aos pesquisadores manipular de forma adequada os estudos acerca da optogenética. Mas o que é a optogenética?

Trata-se da junção entre a óptica e a genética para o controle de eventos bem definidos dentro

³ Quando iluminadas as opsinas regulam o fluxo de íons electricamente carregados através de membranas, permitindo às células extrair energia de seus ambientes. Diferentes tipos de opsina podem variar em sua sensibilidade à luz e comportamento. Os genes que sintetizam esta proteína são fundamento da tecnologia da optogenética que os neurocientistas estão usando para controlar os padrões de actividades nos neurónios escolhidos (ver Deisseroth, 2010, p.37).

de quaisquer células ou tecidos vivos. Ela inclui a descoberta e inserção nas células de genes que as tornam fotossensíveis e as tecnologias para levar luz ao cérebro, direccionando seus efeitos aos genes e células de interesse e avaliando os efeitos, ou resultados desse controle óptico. Esta técnica permite a avaliação cerebral em tempo real e é de uma precisão jamais vista antes (ver Deisseroth, 2010, p. 36).

Para a utilização desta técnica os cientistas adotaram um processo com os seguintes passos:

- Inserir genes que fabricam opsinas nos neurónios; em paralelo combinam com um elemento denominado “promotor” que ativará apenas algumas células específicas;
- O gene é inserido em um vírus, que pode então ser injectado no cérebro;
- O vírus infecta várias células nervosas, mas, por causa do promotor apenas um tipo de neurónio produz a opsina;
- Sondas de fibra óptica inseridas no cérebro podem emitir luzes no cérebro para controlar padrões específicos de actividade neural.

Tendo sido a optogenética devidamente apresentada, é necessário apontar alguns aspectos positivos em prol da Neuroeconomia e, evidentemente, sobre os aspectos éticos. A priori pode-se afirmar que a optogenética deixa a Ressonância Magnética Funcional a anos-luz de distância no que se refere à eficácia e precisão. A Ressonância Magnética apresenta reflexos da actividade neural ou dos mapas neurais diante de estímulos. Em termos técnicos a Ressonância Magnética Funcional mostra as mudanças dos níveis de oxigenação sanguínea do cérebro diante dos estímulos. Em um teste realizado com a combinação entre a optogenética e a RMf, identificou-se que disparos excitatórios locais nos neurónios são suficientes para desencadear os sinais complexos identificados pela RMf. Esta combinação está revolucionando ainda mais a Neurociência. Se antes diante de um estímulo económico já se poderia mapear as reacções cerebrais, agora é possível até controlar onde ocorrerão tais reacções.

Se antes estímulos económicos desencadeavam regiões cerebrais específicas e isto permitia melhorar bastante as políticas direccionadas ao comportamento económico das pessoas, com a optogenética, além de se verificar de forma mais precisa o que acontece no cérebro, poder-se-á manipular as reacções diante de estímulos visuais relacionados com determinadas luzes ou feixes de luzes específicas com diferença de cor dependendo da opsina que se encontra no agente.

Contudo é importante salientar que o objectivo desta técnica não é o de transformar agentes económicos em “zumbis” que vagarão atrás das lojas de artigos de luxo. Ao invés, a

optogenética permitirá à ciência económica entender com maior nível de detalhamento o que leva as pessoas à tomada de decisão. Evidentemente isto permitirá maior fiabilidade nas campanhas de marketing, mas também permitirá fazer com que os agentes optimizem os seus resultados de forma a receberem retorno aquando da sua tomada de decisão.

A optogenética já mostrou todo o seu potencial para o estudo de algumas doenças, mas agora os pesquisadores se voltam para questões relativas ao mecanismo de recompensa cerebral, o que tem importância directa para a Neuroeconomia. Um experimento foi levado a cabo neste sentido. Os pesquisadores induziram optogeneticamente surtos de actividades sincronizados em grupos bem definidos de neurónios produtores de *dopamina* em ratos que se moviam livremente. Eles identificaram os padrões de estímulos que pareciam levar a um senso de recompensa nos animais. Na falta de qualquer outra deixa ou recompensa, eles preferiam passar mais tempo em locais onde haviam recebido surtos particulares nos neurónios responsáveis pela fabricação de *dopamina* (ver Deisseroth, 2010, p. 40).

Não se pode afirmar que a optogenética é o futuro da Neuroeconomia, mas é factível que esta revolucionária técnica pode trazer ganho qualitativo em termos de pesquisa e de novas práticas de mercado. Contudo, assim como outras tantas técnicas, pode vir a não se realizar no mercado. Neste sentido, de forma não habitual, encerra-se este tópico com uma pergunta: será que a Neuroeconomia pode ajudar a optogenética a se tornar uma realidade no mercado?

3. Interação entre o cérebro e o comportamento humano

3.1 Uma questão de percepção

Aquilo que as pessoas decidem em suas vidas económicas depende da percepção que é formada a partir de várias informações que elas dispõem, sejam elas reais, fictícias, antigas ou novas.

As pessoas tomam suas decisões económicas (de quanto, onde, como consumir e investir) baseadas - como referido anteriormente - nas muitas reacções que derivam do cérebro. Estas reacções geram muitas interpretações possíveis que um evento económico pode desencadear, e nem sempre estas reacções derivam de factos.

Tudo tem início quando os olhos captam as imagens, que logo realizam o trabalho de transmitir a informação para o cérebro. Este é um processo que está além de nossa consciência, pois quando a maioria das pessoas se dá conta disto o cérebro já processou a informação de incontáveis maneiras. A primeira impressão, neste caso, é a de que a visão não é a mesma coisa que percepção.

A parte do cérebro responsável pelo processamento advindo dos sinais iniciais da visão é o *córtex occipital* (que fica na parte de trás do cérebro). Depois do *córtex occipital* a informação flui para a parte da frente do cérebro, precisamente em direcção aos *lobos frontais*. A informação toma dois caminhos: o principal e o secundário. O primeiro atravessa a parte de cima do cérebro, extraíndo informações sobre onde os objectos estão localizados no espaço em relação ao corpo. Já a secundária é uma via que segue através dos *lobos temporais*, localizados acima das orelhas, e processa a informação visual de forma que categorize o que a pessoa vê. Estas duas vias coordenam-se entre si, de modo que o resultado final é a percepção completa do que os olhos transmitem (ver Berns, 2008, p. 33).

O cérebro, assim como um jogador de futebol experiente, poupa energia durante o jogo todo. Isto provoca ou gera a percepção humana. Por economizar energia diante dos muitos estímulos que recebe durante um evento, o cérebro acaba por encurtar caminho para se chegar a uma percepção. Vejamos um exemplo, quando alguém está andando em uma quinta e se depara com uma corda enrolada entre folhagem seca. Muitas vezes a amígdala é ativada provocando medo, pois uma corda enrolada pode se parecer com uma cobra e neste curto tempo entre a visualização e a ação o cérebro escolhe se este estímulo é ou não uma ameaça.

Alguns neurocientistas acreditam que a percepção visual é, em grande parte, o resultado de expectativas estatísticas. A percepção é o modo como o cérebro interpreta sinais visuais

ambíguos utilizando a explicação mais provável, o que é um resultado directo de experiências passadas. A experiência modifica as conexões entre os neurónios, de tal forma que eles se tornam mais eficientes ao processar informações. Por exemplo - no sistema perceptivo - quanto mais o cérebro recebe uma informação menos esforço ele fará para interpretar tais informações, ou seja, o cérebro continua a gastar energia, mas a taxas decrescentes, efeito que os neurocientistas chamam de *supressão pela repetição*.

Existem três teorias acerca da supressão pela repetição. A primeira afirma que os neurónios funcionam como se fossem músculos e por isso ficam mais cansados a cada acréscimo da mesma informação; a segunda diz que os neurónios ficam satisfeitos com os estímulos e por isso respondem mais rapidamente com a repetição o que pode indicar um decréscimo na actividade, dependendo da forma como a medição é feita; e a terceira teoriza sobre a hipótese da especialização, na qual as redes de neurónios processam repetidamente os mesmos estímulos e assim os neurónios se especializam em determinada actividade. Em outras palavras, em um primeiro momento toda a rede de neurónios pode processar um estímulo. Porém, aproximadamente a partir da sexta repetição a maior parte deste trabalho é realizada apenas por parte da rede de neurónios, o que culmina com o decréscimo na actividade neural (ver Berns, 2008, p. 65).

Por fim o processo de *supressão pela repetição* gera um processo de mudança no nível molecular da própria *sinapse*. Estas mudanças se processam em diferentes intervalos de tempo, variando de milissegundos a dias, ou mesmo anos. Nos prazos mais curtos os neurónios, que descarregam repetidamente irão finalmente repelir *íons* como o *potássio* e o *cálcio*, em um prazo um pouco maior - de alguns segundos - e podem esgotar sua cota de neurotransmissores, como a *dopamina*, em um fenómeno conhecido como depressão sináptica. No entanto o que interessa disto tudo é o que acontece a longo prazo. Estes esvaziamentos temporários de *íons* e neurotransmissores podem levar a uma adaptação dentro dos próprios neurónios, chamada de potenciação de longa duração e depressão de longo prazo; isso acontece ligando e desligando os genes que controlam suas funções. Estes genes podem levar ao surgimento de novas sinapses e à supressão de outras que não têm nenhuma função (ver Berns, 2008, p. 65).

A percepção depende das categorizações, pois esta é a forma de diferenciar os objectos entre si. Esta é justamente a função que permite aos homens e mulheres encontrar, por exemplo, um objecto que procuram; afinal não se encontra algo de que não se sabe suas características.

A visão é, portanto o primeiro passo para a formação da percepção que é um processo

complexo, mas determinante para a compreensão dos efeitos da tomada de decisão das pessoas em sua vida económica. Talvez este seja o ponto-chave deste estudo, pois qualquer tentativa de se modificar ou aplicar uma política económica deverá considerar os aspectos relativos à possível percepção que esta política irá gerar em determinados grupos sociais.

Mas é necessário ir além e tentar entender os principais erros decorrentes da percepção. Porém deixar-se-á a explicação dos pormenores destes erros para as páginas que se aproximam, em especial para aquelas referentes aos problemas económicos.

3.2 Uma breve descrição acerca da consciência e da inconsciência

Saber a diferença entre o estado de consciência e inconsciência é uma peça-chave para a Neuroeconomia. Isto porque 95% das ações dos clientes são realizadas de forma inconsciente, o que na maioria das vezes os levam a tomar decisões irracionais, fazendo, por exemplo, com que o tomador de decisão perca uma oportunidade de fazer negócios vantajosos para si em uma negociação de compra de um carro, uma viagem ou até na aquisição de uma TV por assinatura.

Durante toda a existência da ciência económica, questões sobre a capacidade de decidir em prol da razão por vezes foram temas centrais nos estudos de economia. Neste tempo foi delegado ao homem enquanto tomador de decisão uma capacidade que hoje entendemos estar longe de seu alcance, trata-se do livre arbítrio (consciência). Mas será mesmo que existe o livre arbítrio? Será que somos tão livres quanto imaginamos? Ou será que o livre arbítrio é coisa da nossa cabeça?

Inegavelmente, um indivíduo tem controle sobre alguns aspectos de suas decisões do dia a dia. Se o contrário fosse verdadeiro, não existiriam culturas tão diferentes em um mesmo país como o Brasil, por exemplo. Mas não se pode ignorar que a maioria das decisões acontece ou emerge das regiões mais antigas do cérebro - cérebro reptiliano e sistema límbico. Tal fato leva ao confronto entre duas forças endógenas ao ser humano, mas nem por isso antagónicas: consciência vs. inconsciência. Portanto, mais importante do que saber se somos ou não livres, é descobrir qual a dimensão dessa liberdade e como ela interfere em nossa capacidade tomar decisões de compra e venda de produtos e serviços.

3.2.1 Os primórdios da consciência e da inconsciência

Apesar de muitos remeterem o conceito de consciência às primeiras obras literárias gregas, e muitos outros, apontarem para Willian Shakespeare, como introdutor do conceito de consciência, foi Sigmund Freud quem deu corpo científico ao estudo da consciência.

A grande contribuição de Freud resulta do facto de, em termos amplos, ter revolucionado a psicologia com os seus conceitos de inconsciente, desejo inconsciente e repressão. Basicamente Freud propôs a existência de uma mente dividida em três níveis, em que o domínio da ação está relacionado com vontades primitivas, cuja consciência serve como “cortina” revelando somente o aspecto inconsciente nos lapsos e nos sonhos.

Freud defendia a existência de um pré-consciente, que qualificava como um nível entre o consciente e o inconsciente. Outro ponto importante na teoria de Freud é o de que qualquer tipo de repressão se dava por meios inconscientes. Desta forma, o inconsciente era atribuído tanto às causas como a efeitos da repressão.

No início de sua carreira, Freud preocupava-se em desvendar uma forma de operar o inconsciente. Portanto, se preocupava em estudar efeitos psicossomáticos, em especial, a histeria. Daí os conceitos de consciente, pré-consciente e inconsciente. Somente depois, quando se preocupou com a forma como ocorria o processo de repressão, Freud desenvolveu a nomenclatura de “id”, “ego” e “superego”.

De forma geral, Freud definia a mente como resultado absolutamente natural de evolução sendo em grande medida inconsciente interna e fechada e sendo o inconsciente dominado por fatores sexuais.

Além disto, Freud desenvolveu um interesse pelo estudo do inconsciente por meio de análise dos sonhos. O próprio Freud dizia que os sonhos são uma espécie de acesso ao inconsciente. Ele dizia também que a natureza deletéria dos sonhos (pesadelos) era resultado do esforço elaborado da mente em ocultar, através do disfarce simbólico e da censura, os promíscuos desejos instintivos que derivavam do inconsciente durante o sono, isto porque o “ego” afrouxava a repressão sobre o “id”.

Apesar da enorme contribuição de Freud, hoje com o advento da Neurociência muitas das ideias acerca da mente desenvolvidas por Freud podem ser contestadas.

3.2.2 Uma abordagem à luz da Neurociência

Para o Professor António Damásio (2010) “a consciência é um estado mental em que temos conhecimento da nossa própria existência e da existência daquilo que nos rodeia”.

Vejamos o conteúdo desta definição. Todos os estados mentais conscientes decorrem de um ato emocional. Portanto, estes estados - necessariamente - nos fazem sentir algo. Outra propriedade importante da consciência é a de que temos que estar acordados para isso, com exceção de um estado mental consciente que apresentamos enquanto estamos dormindo

(sonhando).

Diferente do que se prega pelo senso comum, consciência não corresponde ao estado de vigília. A vigília pode ser qualificada com base no estar ou não estar, sim e não, ligado e desligado. Quando estamos com sono a consciência se reduz. Contudo, este fato não significa necessariamente inconsciência. Portanto, uma pessoa pode não estar em estado de vigília, e mesmo assim poderá estar consciente.

Portanto todos estes conceitos de consciência, inconsciência, vigília, são todos muito relativos e dependem dos graus específicos que cada situação apresenta.

Segundo António Damásio, para se estar consciente é necessário atender alguns requisitos:

- Estar acordado;
- Ter uma mente operacional;
- E ter, nessa mente, uma sensação automática, espontânea e direta do “eu” enquanto protagonista da experiência, por mais sutil que seja a sensação do “eu”.

Desta forma a consciência depende não só do estado de vigília, mas também da mente, ou seja, a pessoa deve estar pensando.

Como salientado anteriormente, o estado de vigília e de consciência não é a mesma coisa. Veja-se o exemplo do estudo de um paciente em estado neurológico vegetativo. Os pacientes em estado vegetativo não apresentam aparentemente qualquer sinal de consciência. Os pacientes não respondem ou respondem às tentativas de conversar, de tocar, de rezar. Em seu livro “o livro da consciência”, António Damásio relata um caso em que alguns cientistas realizaram exames por meio do Eletroencefalograma (EEG). As ondas elétricas emitidas continuamente pelo cérebro destes pacientes apontavam em sentido contrário, ou seja, os pacientes em estado vegetativo estavam conscientes. Os cientistas foram mais além, em especial, Adrian Owen, que submeteu alguns pacientes em estado vegetativo ao exame de Ressonância Magnética funcional (RMf). Os resultados confirmaram a hipótese da existência de consciência neste estado. Enquanto fazia perguntas e pedidos aos pacientes, algumas regiões cerebrais eram ativadas (córtex parietal do lado direito) como se estas pessoas estivessem em estado de consciência normal, especificamente, por exemplo, quando lhes era pedido que dessem uma volta imaginária em suas casas. Os resultados apontam para existência tanto da vigília quanto da mente activa, portanto, da consciência.

O “eu” é um processo dinâmico conservado ou fixado em níveis relativamente estáveis durante o tempo em que estamos acordados. Entretanto este processo está sujeito a variações durante este período. Também a vigília e a mente assim como o “eu” são processos

dinâmicos.

3.2.3 Tipos de consciência

Parecido com o que acontece com o comportamento de um título na bolsa de valores, a consciência flutua em cada situação do nosso dia a dia. Por meio de uma escala, é possível qualificar e quantificar o nível de consciência. Trata-se da escala de “intensidade” da consciência. Tal escala varia de um momento para outro, sendo que esta escala varia entre “aguda” e “grave”.

Contudo nem só da intensidade vive o mapeamento da consciência, pois ela depende também do “âmbito”. Considerando o âmbito da consciência, podemos dividi-la em consciência mínima (núcleo) e consciência de âmbito vasto (alargada). A consciência mínima ou nuclear nos permite ter a percepção do “eu”. Tal percepção envolve o “aqui e agora”, com pouca influência do passado ou do futuro. Este tipo de consciência tem a ver com a personalidade da pessoa, mas não com a identidade. Já a consciência de âmbito vasto tem a ver com a sua autobiografia. Isto acontece porque toda vez que elementos lhe trazem memórias do passado ou possibilidades do futuro, ocorre a abrangência tanto da sua personalidade como da sua identidade (ver Damásio, 2010, p. 211).

Pode-se assim concluir que o nível de consciência varia muito de pessoa para pessoa, dada a sua experiência de vida, como depende também, do âmbito ou do contexto sob os quais os estímulos são gerados.

3.2.4 O caráter constitutivo da irracionalidade e a mente inconsciente

Por motivos já discutidos neste estudo, o homem acreditou que realmente era um “ser racional”, principalmente quando o assunto era a economia (negociação, investimento, compra e venda, etc.).

Mas com os novos estudos de Neuroeconomia, vários mitos sobre a racionalidade das pessoas vieram abaixo. Tais estudos têm mostrado dois pontos em comum, “somos todos irracionais” e “perdemos” muito dinheiro por conta disto. Tal situação deriva do facto de que as pessoas atuam a maior parte do tempo com base na mente inconsciente.

A mente inconsciente é constituída por dois ingredientes: um ativo e um latente. O ativo se refere à formação de imagens no cérebro, imagens essas que permanecem escondidas, portanto inconscientes. Já o ingrediente latente é formado pelas imagens retidas em uma espécie de repositório de registros descodificados que permitem a formação de imagens explícitas.

Durante todo o dia recebemos inúmeras mensagens que não são percebidas pelo nosso “eu”. Mas nessa enxurrada de informações, partes destas mensagens chamam a atenção entrando no campo de conhecimento do “eu”. Neste meio tempo o cérebro capta estas informações, mas trata logo de excluir outros tantos elementos da mensagem inconsciente.

Tal efeito depende de dois fatos: primeiro o cérebro produz imagens em excesso; depois o cérebro tende a organizar estas imagens como se estivesse criando um filme, como se fosse um programa de construção de filmes para computadores (iMovie ou no Movie Maker) sendo os eventos percebidos encaixados em forma de enredo coerente.

Como conclusão, pode-se considerar que as bases dos processos conscientes são assim os processos inconscientes encarregues de regulação vital:

- as disposições cegas que regulam as funções metabólicas e que se encontram alojadas no núcleo do tronco cerebral e do *hipotálamo*;
- as disposições que tratam dos castigos e das recompensas e que promovem os *drives*, as motivações e as emoções; e
- o aparelho mapeador que fabrica imagens, tanto na percepção como na recordação, e que pode seleccionar e organizar essas imagens no filme a que chamamos mente.

A consciência é apenas um recém-chegado à gestão vital, mas eleva o nível do jogo. Mantém os velhos truques a funcionar e deixa-os tratar das tarefas pesadas (ver Damásio, 2010, p. 212).

Acreditar que somos donos dos nossos actos, particularmente na economia, é um tanto ou quanto perigoso em termos de destruição de valor económico. Se em alguns momentos é este pensamento que nos faz agir e empreender na economia, na maioria das vezes consiste em uma autoflagelação económica. Mas isto faz parte da nossa natureza, só a exposição contínua e a criação de hábitos correctivos podem reduzir um pouco os efeitos deletérios que o sistema cerebral inconsciente nos causa.

3.3 Memória: longo vs curto prazo

O entendimento do funcionamento da forma como as memórias são geradas é sem dúvida alguma, um dos tópicos mais importantes para o estudo da Neuroeconomia. Saber o que faz um cliente lembrar-se de forma positiva de um produto específico ou ainda descobrir como transformar o processo de recordação de um cliente em algo que estimule a compra de determinados bens é o sonho de 9 em cada 10 neuroeconomistas. Este exemplo permite ilustrar a magnitude da importância da compreensão do funcionamento da memória.

Memória é a lembrança de um acto, facto ou qualquer estímulo seja ele endógeno ou exógeno ao organismo. O estudo da memória é essencial para as pretensões da Neuroeconomia que busca entender e controlar a geração de memórias relativas a determinada política ou estímulo económico. Por exemplo, as empresas podem se esforçar para gerar memórias positivas acerca de seu produto ou serviço na mente dos clientes.

O termo memória tem sua origem etimológica no latim e significa a faculdade de reter ou readquirir ideias, imagens, expressões e conhecimentos adquiridos anteriormente, reportando-se às lembranças (ver Nascimento, 2011, p.19).

Uma memória decorre da reacção do cérebro na interação entre organismo e um objecto, em que o cérebro regista as múltiplas consequências das interações do organismo com o objecto. O cérebro retém uma memória daquilo que aconteceu durante uma interação, e a interacção inclui de forma relevante o próprio passado, e muitas vezes o passado da espécie humana e da cultura (ver Damásio, 2010, p. 170).

A memória é um processo dinâmico; não estático. Não é como um ficheiro fotográfico que é aberto no computador. Quando se busca algo do passado, geralmente a lembrança é contaminada, por exemplo, por falsas memórias. Memória é a conversão de experiências perceptivas em lembranças duradouras (ver Tsien, 2010, p. 40).

Além de um processo dinâmico, a memória é um processo que pode ser activado a qualquer momento de forma voluntária ou involuntária e o mesmo acontece com aquilo que vai ser memorizado. Quer dizer, uma memória é armazenada de forma consciente e inconsciente e pode ser invocada da mesma maneira. Portanto poder-nos-emos lembrar, por exemplo, da selecção brasileira de futebol na copa de 1970, mas também pode ser que nos lembremos de um pormenor ocorrido relativo (ou relacionado) com determinado facto em questão. Por exemplo, é o caso da forma como o Pelé comemorava os gols “socando o ar”. Como as recordações compostas de acontecimentos podem ser invocadas a partir de representação de qualquer das partes que as compõem, bastaria ver, por exemplo, algum outro jogador da selecção brasileira “socar o ar” na comemoração de um gol para que a lembrança do Pelé fosse invocada.

Pode-se destacar que os factores emocionais são eficientes para a geração de memórias relacionadas com acontecimentos, fazendo com que o cérebro guarde imagens, sons, odores e sabores (ver Damásio, 2010, p.168).

Em termos neurológicos, a memória depende de grandes populações de neurónios actuando de forma coordenada para representar e gravar uma memória a partir das experiências do

organismo. Estes mesmos neurónios também discernem os conceitos gerais que nos permitem transformar nossas experiências em conhecimento e ideia (ver Tsien, 2010, p. 40).

Sobre a memória é conveniente esclarecer um facto, quanto maior o contexto sensório-motor recordado sobre uma entidade ou acontecimento específico, maior a complexidade (ver Damásio, 2010, p. 178). Quando é solicitado a alguém que se lembre do seu primeiro carro, certamente esta pessoa lembrar-se-á dos pormenores de forma mais completa em qualidade e em quantidade do que se a solicitação fosse para lembrar um carro de forma genérica. Mesmo existindo grande probabilidade de que o cérebro acessasse a mesma lembrança, o comando genérico não traz consigo a emergência de pormenores específicos. Mais uma vez se volta à questão do egocentrismo cerebral, o indivíduo lembra melhor de coisas que são relacionadas com ele.

A memória de uma pessoa se subdivide em memória de curto prazo (memória de trabalho) e memória de longo prazo. A memória de curto prazo corresponde às muitas informações que as pessoas dispõem e percebem no ambiente para o tempo presente e a de longo prazo se refere às informações que as pessoas guardam durante um longo período. Em outras palavras, a memória de longo prazo é a memória a que se recorrerá para lembrar por meio de experiências passadas. Esse processo se localiza na região do cérebro chamada de *hipocampo*, que funciona como se fosse - em uma linguagem militar - um posto de comando avançado.

O *hipocampo* vai sempre seleccionando o que fica na memória de trabalho e o que vai para a memória de longo prazo. Esses eventos dependem das particularidades pessoais, ou seja, das experiências passadas. Em termos gerais, cada pessoa apresentará sensibilidade de acordo com as suas experiências passadas, associadas com sua formação genética (ver Chavaglia *et al*, 2012, p. 102).

Portanto, a Neuroeconomia se utiliza do processo de memória não só para a aprendizagem, mas também para a identificação de políticas diante dos agentes e das comunidades como um todo. Daí a enorme importância que o entendimento deste processo tem para o neuroeconomista.

3.4 Neurónios-espelho

Os neurónios-espelho permitem que as pessoas aprendam por imitação, e tudo isso de forma inconsciente. Diferentemente do *meme* (que será citado nos próximos capítulos) que é a imitação do comportamento, da cultura. O neurónio-espelho produz a imitação por meios fisiológicos, especificamente pela ativação de um conjunto de neurónios. Este grupo de

neurónios foi de muita valia para a sobrevivência da espécie, pois pode ter contribuído para os relacionamentos sociais e para a criação de hábitos entre os humanos.

Quando alguém vê outra pessoa realizando uma tarefa, automaticamente a acção simulada no cérebro dá-se como se a própria pessoa que está observando estivesse realizando aquela tarefa. Essa capacidade se deve aos neurónios-espelho, distribuídos por partes essenciais do cérebro (córtex pré-motor e os centros para linguagem, empatia e dor). Os neurónios-espelho são essenciais para o aprendizado de atitudes e acções, como caminhar e dançar, por exemplo (ver Medeiros, 2012, p. 24).

Os neurónios-espelho foram descobertos pelo neurocientista italiano, Giacomo Rizzolatti, da Universidade de Parma. Enquanto realizava um experimento com um macaco, um aluno entrou no laboratório e levou um sorvete à boca, o monitor do computador apitou, surpreendendo os cientistas, já que o macaco estava imóvel. Depois de mais alguns testes com a ajuda da tomografia por emissão de pósitrons (PET) para monitorar a actividade neuronal do cérebro, conclui-se que o cérebro associa a visão de movimentos alheios ao planeamento de seus próprios movimentos.

Outras experiências mostraram que os neurónios-espelho dos macacos são ainda activados diante de um estímulo indirecto, que é associado a uma tarefa (ver Medeiros, 2012, p. 27). Tal facto se apresenta intrigante, pois há pouco tempo atrás, grande parte dos estudiosos do cérebro atribuía a acção de uma pessoa a um rápido processo de raciocínio. Mas com o advento da descoberta dos neurónios-espelho percebeu-se que nos humanos, não há apenas a propriedade de realizar procedimentos motores básicos sem pensar sobre eles, mas também a de compreender estes movimentos ao observá-los, sem necessidade de raciocinar explicitamente sobre eles (ver Rizzolatti *et al*, 2010, 70).

De forma geral, compreende-se uma forte correlação entre a organização motora de acções intencionais e a capacidade de entender as intenções de terceiros. Para checar tal hipótese realizou-se um estudo nas dependências da Universidade da Califórnia em Los Angeles, desta vez com a ajuda de uma Ressonância Magnética Funcional (IRMf). Os participantes do estudo foram submetidos a três tipos de estímulos, todos contidos em vídeos. O primeiro conjunto de imagens mostrou uma mão pegando uma xícara, com fundo branco usando dois tipos de pegada. O segundo consistiu em duas cenas contendo objectos como pratos e facas, arranjados como se estivessem prontos para que alguém tomasse o chá da tarde e como se tivessem sido deixados, depois do lanche, prontos para ser lavados. O terceiro conjunto de estímulos corresponde a uma mão pegando uma xícara em um desses dois contextos. Os

resultados apontaram para o facto de que os neurónios-espelho distinguem os contextos (pegar xícara para beber, de pegar xícara para lavar). Indo além, os neurónios-espelho também respondiam intensamente ao componente intencional de uma acto (ver Rizzolatti *et al.*, 2010, p. 760).

A descoberta dos neurónios-espelho gera uma “gama” de novas possibilidades para a economia, em especial, no que se refere à possibilidade de orientar as pessoas em direcção ao objectivo. A aprendizagem também muda drasticamente, pois passa de um processo consciente baseado na capacidade de raciocínio para um modelo inconsciente que envolve acções automáticas do cérebro. Ensinar as crianças de forma adequada, por exemplo, pode certamente proporcionar o desenvolvimento de profissionais mais produtivos, preocupados com o meio ambiente e com atitudes mais altruístas no futuro.

3.5 A importância da genética e da memética para a tomada de decisão: o gene e o meme

3.5.1 Genética

Depois de concentrar forças na clarificação do funcionamento do cérebro em especial no que se refere à percepção, agora é fundamental clarificar acerca do papel da genética e da memética na evolução humana e sua ligação com o processo de formação da percepção. Para isso, há que fazer algumas constatações, nomeadamente sobre fatos que ajudam a perceber esse papel.

Vejamos primeiro a genética. Para o efeito, pode referir-se que os seres humanos terão surgido na região africana (recentemente foram descobertas as ossadas de “Ardi” no deserto da Etiópia, o que parece poder comprovar que assim tenha sido) e posteriormente migraram para as regiões europeia, asiática e por fim para a região americana. Esta migração dos seres humanos derivou da busca por melhores condições climáticas e pela busca de recursos como alimentos e água.

Além disso, também no campo da investigação da evolução humana em termos biológicos é importante apontar a análise genética do ADN⁴, dada a sua relevante importância em termos de pesquisa, principalmente na coleta e análise de fósseis. O ADN é o núcleo das células que controla o desenvolvimento das características hereditárias de uma pessoa, introduzidas pelo pai e pela mãe. A descoberta da cadeia de ADNs foi realizada pelo Americano Kary Mullis (1944-), Prémio Nobel de Química em 1993. Sua descoberta contribuiu para uma investigação mais aprofundada dos ossos, partindo-se diretamente da própria sequência do ADN em vez de

⁴ O ADN é a matriz da vida, o código molecular que nos identifica (ver Eduardo, 2009, p. 109).

encontrá-la a partir dos aminoácidos. Desta forma, a abordagem genética de evolução não se baseia no registro fóssil do passado, mas no estado atual de variação genética das populações humanas vivas, o que permite extrapolar para a situação provável nas diversas fases passadas (ver Eduardo, 2009, p.110). Para modificar o código genético dos humanos são necessários alguns milhares de anos. Os genes não determinam o destino de um ser humano, mas estabelecem um conjunto de possibilidades. A investigação genética evoluiu para outros métodos. Qualquer indivíduo pode verificar seu ADN mitocondrial e traçar as rotas migratórias dos antecedentes passados. Portanto, é possível reconstruir o passado à custa de análises avançadas do ADN das populações atuais. Os grupos sanguíneos são variações genéticas. Os cientistas procuraram variações de genes de habitantes de África, Europa e Ásia. Foram descobertas 129 variações em África, 98 na Europa e 73 na Ásia. Os resultados sugerem que as populações da Europa e da Ásia ainda não tiveram tempo para acumular a diversidade. Os resultados da investigação também vieram confirmar uma hipótese há muito defendida por estudiosos, religiosos e pelo senso comum: a de que viemos do mesmo lugar. Para se ser mais exato, as pessoas descendem de uma única população ancestral que viveu em África há cerca de 100 mil anos. Entretanto não se pode negar que a hereditariedade e a adaptação ao ambiente são fatores importantes para explicar as diferenças (ver Eduardo, 2009, p. 110).

A ciência está vivendo um momento de grandes descobertas e em especial no estudo da genética percebe-se que os avanços acontecem de forma “bombástica” afetando de forma significativa a substância deste ramo de estudo. Para os neuroeconomistas é crucial acompanhar os acontecimentos científicos que envolvem as pesquisas nesta área e depois correlacionar o objeto de estudo económico com a nova informação.

3.5.2 Memética

A *memética* é uma extensão dos conceitos evolutivos de Darwin (1809-1882) da seleção natural. O conceito de *meme* foi criado por Dawkins (1941-). Um *meme* pode ser compreendido como uma unidade de cultura, um comportamento ou uma ideia que pode ser passada de pessoa para pessoa e de geração para geração pela imitação.

Então se o *gene* é importante para a formação da percepção de uma pessoa, o *meme* também o é em igual importância. Por isto se diz que os *memes* são instruções para realizar comportamentos, armazenados no cérebro e passados adiante por imitação.

Vários podem ser os exemplos de *memes*, de entre os mais comuns tem-se:

- A moda nas roupas e na alimentação;
- Cerimônias e costumes;
- Arte e arquitetura;
- Engenharia e tecnologia;
- Melodias;
- Músicas;
- Ideias;
- Slogans;
- Alfabeto;
- Religião;
- Entre outros (ver Toledo, 2010, p. 22).

Considere-se um exemplo prático. No mercado de entrega de comida, os moradores de São Paulo, por exemplo, pedem na maioria das vezes as “famosas” pizzas, enquanto os moradores do Rio de Janeiro preferem pedir comida japonesa. Pode até ser um exemplo simplista, mas representa bem o que acontece em relação às questões culturais ou meméticas.

O *meme* é, em sua essência um padrão de comportamento, e por ser um padrão de comportamento ele pode se adaptar melhor em algumas pessoas do que em outras. Uma pessoa influenciará ou passará para outras pessoas um *meme* em maior magnitude comparando com uma pessoa que não tenha se adaptado ao mesmo *meme*. Contudo o certo é que são os *memes* que se replicam naturalmente. Entretanto para Toledo (2010, p. 23) “pessoas infectam as outras com seus *memes* e alguns *memes* são mais contagiosos do que outros, mas também algumas pessoas são mais suscetíveis do que outras”.

Obviamente o ambiente onde se desenvolvem os *memes* são as mentes humanas. Portanto existe um limite para a reprodução destes *memes*. O estoque de mentes é limitado, e cada mente tem uma capacidade limitada de armazenamento de *memes*. Portanto, há uma forte competição entre os *memes* possíveis. Esta competição é a principal força seletiva na “atmosfera” (ver Dannett, citado por Toledo, 2010, p. 25).

Desta maneira, os *genes* e os *memes* se apresentam essenciais ao entendimento da tomada de decisão económica dos agentes. Grande parte dos conceitos discutidos na Neuroeconomia deriva de estudos orientados para observações e estímulos da formação genética dos indivíduos, assim como as ideias que se propagam na sociedade ao longo da existência histórica da humanidade e de sua vida económica - os *memes*.

4. Alguns problemas económicos em economia comportamental e Neuroeconomia

A economia ortodoxa trouxe com a hipótese dos modelos racionais de tomada de decisão uma série de problemas impossíveis de resolver com base nos pressupostos de racionalidade. Desta forma a economia comportamental na década de 1970 e agora a Neuroeconomia possibilitam entender melhor e procurar solucionar estes problemas.

Vejam alguns dos principais problemas encontrados na literatura:

- Efeito de contexto;
- Incerteza;
- Tempo;
- Interação entre estratégia e normas sociais;
- Equidade;
- A verdadeira relação entre demanda e oferta;
- Previsões; e
- Efeito manada (ver Varian, 2006, pp. 587-602).

A partir de agora, nos casos em que não são apresentadas soluções, pelo menos colocaremos em pauta alguns problemas que a Neuroeconomia pode ajudar a resolver.

4.1 Efeito Contexto

O contexto representa o facto de que as pessoas são extremamente afectadas pela forma como as escolhas são apresentadas. Entre os principais casos do efeito contexto, por exemplo, tem-se o caso do dilema da doença, ou o efeito de ancoragem, balizamento, excesso de opções, entre outros.

Como será visto mais à frente, com uma adaptação do dilema da doença para o caso das energias, iremos tentar clarificar o efeito de ancoragem nessa área das energias. O efeito de ancoragem resulta do facto de que um valor “qualquer” puxa para cima ou para baixo a memorização de um valor específico. O que realmente importa na situação de ancoragem no consumo é a forma como um número influi nas decisões das pessoas, ou seja, se uma pessoa, ou um grupo de pessoas, é exposta a uma informação qualquer acerca da precificação de um produto. Ela será influenciada a ponto de se basear neste preço âncora como parâmetro para suas decisões de compra de determinado produto (ver Chavaglia *et al*, 2012, p. 61).

Recentemente perguntámos a um grupo de estudantes de MBA em Gestão de Empresas (ao mostrar um folheto com a imagem de uma marca famosa de chocolate) se eles pagariam um

valor igual aos dois últimos números dos seus documentos de R.G. (documento de identidade).

Em um segundo momento, separámos os alunos que responderam “sim” na primeira pergunta e lhes perguntámos qual seria o valor máximo que pagariam pelo chocolate. Os alunos que tinham os dois últimos dígitos do número da identidade maiores do que 50 dispuseram-se a pagar em média R\$ 25.00 pelo chocolate; já aqueles estudantes que apresentaram os dois últimos dígitos do número de identidade menor ou igual a 50 obtiveram um valor de compra de R\$ 16.00 em média.

Outro exemplo muito interessante desenvolvido foi o da precificação derivada da *coeficiência arbitrária* na formação dos preços no mercado de trabalho. Especificou-se a conduta dos indivíduos diante da existência de trabalho remunerado e trabalho voluntário, em que as pessoas se mostraram dispostas a realizar determinadas tarefas (como carregar um sofá) quando tal trabalho era voluntário; a partir do momento em que o trabalho passou a ser remunerado a maioria das pessoas se recusou a realizar a tarefa. Trabalho consiste em qualquer coisa que o corpo seja obrigado a fazer; diversão consiste em qualquer coisa que o corpo não seja obrigado a fazer. Estes exemplos podem até parecer um tanto ou quanto simplistas, porém, vêm mostrar que a lei de demanda e oferta não é tão real como a teoria tradicional propunha (ver Ariely, 2008, p. 22).

O efeito de ancoragem se apresenta de forma robusta na criação de erros relativos a resultados óptimos para os agentes económicos. Empresas, governos, investidores e pessoas estão a aplicar em alguns negócios o efeito de ancoragem. Tal facto pode ser a força desencadeadora de vantagens mercadológicas para seus usuários, em especial no que diz respeito à precificação.

Normalmente as pessoas têm dificuldades para compreender o seu próprio comportamento e acham bastante difícil prever o que realmente escolheriam em contextos diferentes.

Em termos de quantidade de opções, a lógica económica tradicional afirma que quanto mais opções houver melhor será para a escolha. Não importa quantas pesquisas qualitativas sejam realizadas com clientes, eles sempre dirão que “quanto mais opções de compra, melhor para decidir”. Mas os recentes estudos do cérebro, frequentemente, apontam noutro sentido: “quanto menos opções, melhor para decidir”.

Em um experimento realizado em um supermercado, pesquisadores montaram expositores com amostras de geleias de frutas. Um dos expositores oferecia 24 sabores; o outro, apenas 6. Mais pessoas se detiveram no expositor maior, mas um número consideravelmente maior de

peças compradas no expositor menor. Portanto, parece que ter mais opções pode prejudicar a tomada de decisão, o que vai em contração relativamente à teoria económica ortodoxa. O problema do excesso de opções pode ocorrer em todas as esferas da vida económica.

4.2 Incerteza

Escolher algo já é uma tortuosa missão, mas escolher algo em contexto de incerteza parece ser ainda mais complicado. Isto acontece porque as pessoas são susceptíveis a erros. Na situação de incerteza elas ficam ainda mais expostas.

Este é um assunto bastante debatido na ciência económica em particular no ramo das finanças. Todavia o enfoque que a Neuroeconomia submete em relação ao tema da incerteza é diferente daquilo que se vem trabalhando na economia ortodoxa. Cabe aqui referir a “matemática inteligente”, como a teoria do caos e a geometria fractal, que também tem ajudado os cientistas a encontrar soluções para o problema da racionalidade imposta pela economia tradicional.

Os efeitos básicos derivados da incerteza são:

- A lei dos pequenos números;
- Aversão à perda.

A lei dos pequenos números consiste em um princípio psicológico que diz que as pessoas tendem a ser muito influenciadas por pequenas amostras, especialmente se são elas mesmas que as observam (ver Varian, 2006, p. 592). Isto ocorre porque as pessoas têm dificuldade em perceber eventos aleatórios.

Sobre a aversão à perda, pode-se afirmar de início que as pessoas costumam evitar um excesso de pequenos riscos e aceitar um excesso de grandes riscos. Talvez o maior exemplo da ocorrência seja o que acontece no mercado de seguros, em que as pessoas tendem a exagerar nos seguros contra diversos pequenos acontecimentos. Parece que as pessoas não são realmente avessas ao risco como são avessas à perda. Elas parecem atribuir um peso excessivo em seu *status quo* em relação aos resultados finais. Contudo, alguns estudos recentes mostram que profissionais treinados são menos susceptíveis a este viés cognitivo (ver Varian, 2006, p. 594).

Uma série de experimentos em economia comportamental e Neuroeconomia apontam para o facto da existência de uma correlação forte entre a aversão à perda e o valor que as pessoas dão a objectos e a bens subjectivos relacionados a si, por exemplo, banda de Rock favorita,

partido político, cor de carro predileta, time de futebol, entre outros.

O conceito de posse inicia-se bem cedo na vida de uma pessoa, em especial no que diz respeito a objectos, por exemplo, brinquedos. Em termos gerais, depois que uma pessoa escolhe um objecto, este se torna muito mais valioso para si. Por exemplo, quando uma criança perde seu “ursinho de pelúcia” favorito, certamente ela não se contentará com outro “ursinho”, mesmo que este seja idêntico ao que foi perdido. Mas isto se aplica também à luva de “beisebol”, gravatas, sapatos e demais objectos.

O ser humano é a única espécie que produz e cobiça objectos, de simples canetas até carros de luxo. Um bom exemplo disto foi a notícia relatada por alguns jornais na tv brasileira, sobre a descoberta de um bloco de argila entelhado com cruzes encontrado no Cabo Ocidental da África do Sul. Esta descoberta pode indicar que os seres humanos produzem e cobiçam objectos pelo seu valor estético há pelo menos 70 mil anos.

Entretanto estudos realizados recentemente mostram que os factores culturais impactam no apego que as pessoas têm aos objectos. Claramente algumas culturas despertam maior interesse por objectos. Na era do “i” de iphone e companhia, certamente estes equipamentos são mais cobiçados entre jovens brasileiros do que por jovens tibetanos, por exemplo.

Outro facto curioso acerca da posse é o de que as pessoas consideram os objectos uma espécie de extensão de si próprios. Em um estudo publicado em 2010, pesquisadores pediram a 31 adultos que destruíssem fotografias de seus objectos de estimação da infância. Eles descobriram que esse processo provocou forte ansiedade nos participantes. Mas quando foi solicitado aos participantes que picassem fotografias de objectos mais valiosos, como telemóveis, com os quais as pessoas não tinham vínculo afectivo, as variações de ansiedade foram muito menores.

Portanto o problema da aversão à perda deriva da relação de posse que as pessoas desenvolvem com objectos, ideias. O problema da aversão à perda é também uma das áreas dentro da Neuroeconomia que há mais tempo desperta a curiosidade dos pesquisadores. Porém, há falta de estudos mais específicos acerca dos bens comuns na economia, em termos concretos.

4.3 Tempo

O tempo na economia, assim como a incerteza, gera uma série de eventos deletérios relativos à optimização feita pelos agentes. Veja-se o exemplo de alguém que faz um plano financeiro, economiza alguns euros, por exemplo, para viajar com a família. Quando chega a data da

viagem ele compra um carro, ou destina o dinheiro economizado para qualquer outro fim. Isto se chama “inconsistência temporal”: pode planejar hoje o seu comportamento futuro, mas quando este chegar, ele vai poder querer fazer algo diferente.

Um dos maiores problemas referentes ao tempo, mais especificamente, sobre a “inconsistência temporal”, é o autocontrole. Este problema está presente desde o consumo de calorias até a questão relacionada com a vida financeira. Geralmente as pessoas não têm consciência de suas dificuldades com o autocontrole. Os psicólogos e os economistas comportamentais simplificaram um pouco as coisas. Hoje com o advento da neurociência, sabe-se que ter autocontrole é extremamente difícil e depende não só da experiência de vida de uma pessoa, mas também de factores genéticos.

Outro assunto relativo ao tempo que ganhou destaque entre os académicos e depois entre os profissionais de mercado foi o estudo do desconto temporal. A teoria convencional refere que o agente sabe exatamente o que vai fazer e quando vai fazer para maximizar seus ganhos ao longo do tempo. Contudo, sabe-se que as pessoas na vida real não agem desta forma.

Na prática as pessoas não conseguem ter tanta disciplina nos investimentos. Portanto, é comum que os agentes apresentem certa “inconsistência temporal”, quer dizer, podem planejar hoje, entretanto quando o futuro chegar, preferirão optar por um investimento ou gasto diferente (ver Varian, 2006, p. 596). Exemplificando, “hoje posso decidir poupar alguns euros para assistir aos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro em 2016 no Brasil. Mas ao chegar à data, posso preferir comprar um carro”.

As pessoas apresentam taxas de desconto diferentes para diferentes tipos de situações. Existe considerável evidência de que as pessoas são extremamente inconsistentes, mesmo quando descontando produtos semelhantes. Desconto inconsistente sugere que pode haver limites para as tentativas de colocar números precisos sobre a tendência geral dos indivíduos a preferir algo agora ou mais tarde.

4.4 Interação entre estratégia e normas sociais

Aqui se encontra uma boa comparação entre o resultado ideal, apresentado pela “teoria dos jogos”, e o resultado real, o que de facto acontece na vida das pessoas, derivado da “teoria comportamental dos jogos”.

Considerando os principais estudos recentes encontrados na literatura, há estudos que sugerem que as pessoas têm dificuldade em serem racionais em decisões sobre divisões de dinheiro, quando estão envolvidas. Em um estudo realizado com a ajuda de um aparelho de

Ressonância Magnética Funcional (RMf), pesquisadores realizaram o jogo do ultimato. Neste jogo o jogador A recebe dez notas de U\$1. Ele pode escolher quantas delas dará ao jogador B, que pode aceitar ou rejeitar a oferta. Se aceitar, eles dividem o dinheiro na proporção sugerida por A. Se rejeitar os dois ganham zero. Em termos de resultados, em teoria, o jogador A tem o maior ganho se oferecer U\$1 para B e fica com os outros U\$9. E o jogador B deveria aceitar porque U\$1 é melhor do que zero. Na prática a maioria dos voluntários representando o jogador B rejeita a oferta. A ressonância magnética mostrou que uma oferta baixa estimula a actividade no córtex insular, uma região relativamente primitiva do cérebro associada a emoções negativas como raiva e desgosto. Quanto mais actividade nesta região do cérebro, maior a probabilidade de rejeição da oferta (ver Teixeira e Porto, 2009, p.140).

Mas existe uma relação acrescida do comparativo entre as normas de mercado, onde não existe nada de cordial e afectuoso, recebe-se por aquilo que se paga e nada mais. As retribuições são imediatas. Palavras como juro, alugueis, custos e benefícios são vulgarmente utilizadas. Do outro lado existe o mundo das normas sociais, onde acontecem pedidos cordiais e amistosos que as pessoas fazem umas às outras. As normas sociais estão envolvidas na natureza social dos seres humanos. Não há necessidade de retribuições imediatas. Quando as normas sociais e as de mercado caminham juntas, necessariamente, os relacionamentos tendem para um futuro problemático. A ideia geral aqui é a de que em muitas oportunidades as pessoas trabalham melhor quando trabalham por uma causa e não por dinheiro (ver Ariely, 2008, p. 56). Este fato também se opõe à teoria do *homo economicus*, que maximiza ganhos e minimiza perdas.

Este estudo mostra que o relacionamento económico entre as pessoas é uma balança que pode facilmente perder o equilíbrio em qualquer quebra de acordo psicológico entre as partes, e levar as pessoas a imprimirem resultados ruins em termos económicos. De igual forma, a colisão entre as normas de mercado e as normas sociais provoca problemas que destroem resultados óptimos para os agentes económicos.

4.5 Equidade

Apesar do grande número de artigos sobre o assunto da equidade, a equidade sempre foi relegada à posição secundária na doutrina económica (ver Akerlof e Shiller, 2010, p. 21). A verdade é que o problema da equidade é demasiadamente importante para a economia para ficar esquecida nos livros empoeirados das universidades de economia.

Em um estudo levado a cabo por um grupo de psicólogos, apresenta-se o problema da

equidade de forma bastante clara. Os pesquisadores pediram aos participantes que descrevessem suas reacções a breves narrativas. As acções praticadas foram justas ou injustas? De acordo com a narrativa, após forte tempestade de neve, a loja de ferramentas local aumentou o preço das pás. O comportamento foi justo ou injusto? De acordo com a economia ortodoxa esta distinção seria irrelevante: o aumento da demanda resulta em aumento do preço. Contudo, 82% dos entrevistados consideraram que o aumento no preço das pás de neve de U\$15 para U\$20 depois da nevasca foi injusto.

Exemplificar-se-á o efeito de equidade por meio de um estudo levado a cabo por Fehr e Fischbacher (2004). Os pesquisadores se utilizaram de jogos punitivos para avaliar o comportamento dos agentes diante de estímulos específicos referentes à equidade. Para tal realizaram o jogo incluindo uma terceira pessoa que observava a divisão de dinheiro entre os dois jogadores. Este observador podia escolher com certo custo para si, subtrair parte do lucro do proponente (ver Varian, 2006, p. 599). Eles descobriram que 60% dessas terceiras pessoas de facto punirão aqueles que fizerem divisões iníquas. Em termos neurológicos a aplicação das punições parecia activar uma área do cérebro (estriato dorsal) que se ilumina diante de uma antecipação de recompensa; portanto, as pessoas que julgavam se sentiam felizes por fazer isto (ver Akerlof e Shiller, 2010, p. 23).

Não se pode negar que seres humanos além de observarem o que acontece tomam as dores de quem é trapaceado. Tal fato foi esquecido ou simplesmente não foi levado em conta por nenhuma das teorias económicas ortodoxas. De imediato, pode-se considerar uma evolução consistente no sentido de entendimento da interação dos agentes aquando de situações de equidade.

4.6 A “verdadeira relação” entre demanda, oferta e os problemas económicos

Demanda e oferta não são forças separadas, são forças interdependentes entre si. Isto ocorre, pois a demanda não é capaz de gerar preços de mercado por si só. Não se trata de anomalias como propõe a economia tradicional, mas de efeitos muito comuns em qualquer área de actividade comercial. Contudo, este aspecto se mostra particularmente acentuado na relação destas forças quando são relativas ao uso dos bens comuns na economia.

Não se pode negar que os economistas tradicionais desenvolveram ferramentas de utilidade incontestável para a ciência económica. Essa utilidade regista-se desde logo na parte do debate sobre as vantagens da especialização do trabalho e na existência do equilíbrio na economia, mas também com a utilização da ferramenta da teoria dos jogos que veio a

certificar e garantir aos agentes económicos (os jogadores) a optimização na utilização dos recursos escassos – entenda-se, maximização de utilidade e minimização de desutilidade. Tudo isto é baseado no conceito de racionalidade segundo os próprios pressupostos da teoria clássica e neoclássica.

Para os economistas tradicionais a demanda é de forma simplificada a quantidade que um determinado número de pessoas está disposto a pagar por um produto ou serviço a um determinado preço. A oferta é a quantidade de bens e serviços disponíveis a um determinado preço. E o equilíbrio destas duas forças formaria o preço de mercado.

Porém alguns estudos vêm contradizendo esta ideia. Principalmente pela alegação de que os demandantes sozinhos não são capazes de determinar um preço de equilíbrio justo (real), pois este é facilmente influenciado pela presença de um preço âncora que pode ser determinado por qualquer informação disponível no mercado.

Alguns testes realizados pelo professor do MIT Dan Ariely (2008) indicaram conclusões bastante interessantes a este respeito. Por exemplo, ele descobriu que as pessoas são altamente influenciadas pelo contexto e por qualquer outra informação do ambiente e também se apegam à decisão que foi tomada. De forma geral as pessoas ficam ancoradas ao primeiro preço de compra que elas utilizaram para comprar um determinado produto e este preço âncora continuará a influir nas decisões de compra desse produto por muito tempo depois. É o que o autor chama de *coeficiência arbitrária*. Um preço (como o sugerido pelo varejo) só se configura como âncora quando o consumidor pretende comprar o produto ou serviço por aquele preço específico. A partir deste momento toda a decisão de compra referente a este produto ao longo da vida deste indivíduo será influenciada pelo primeiro preço âncora.

Em termos de mercado, um caso muito interessante pode ser visto nos produtos da Apple (ipod, iphone, ipad, Mac, etc.). Ocorre uma espécie de fetichismo dos “i”. A verdade é que a Apple sabe gerenciar com maestria o sistema de recompensa cerebral dos seus clientes. Nas palavras do próprio fundador da empresa, considerado por muitos como um ícone deste século, Steve Jobs (1955-2011) “o cliente não sabe o que quer”. Portanto a demanda pode ser orientada a consumir aquilo que a oferta deseja que seja consumido no mercado, desde produtos físicos em si até ideias. Evidentemente algumas exceções existem, as manias de mercado são na maioria das vezes de difícil previsão. Entretanto o estudo do cérebro permite aos ofertantes saber com menor margem de erro aquilo que as pessoas necessitam para aceitarem um produto específico. Portanto, neste contexto, muitos produtos de qualidade são vendidos aos clientes, mas é bem verdade que muitas panaceias também são empurradas ao

consumidor, fazendo com que na maioria das vezes essa compra seja feita de forma inconsciente. Grandes empresas estão cada vez mais atentas ao processo de tomada de decisão dos clientes. Os clientes individualmente ou até em grupos não detêm o poder económico e nem o foco necessário para se defenderem dos estímulos que lhes são lançados no dia a dia do mundo dos negócios.

Por conveniência diz-se que a demanda de um bem depende da renda do consumidor, assim como dos preços do bem e de produtos concorrentes, além de algumas outras variáveis. Mas encarar uma análise da demanda sem considerar o que realmente acontece no cérebro dos consumidores é uma análise incompleta.

Durante muito tempo na ciência económica, alguns autores influentes defenderam a racionalidade dos agentes na vida económica. Era uma época em que os cálculos difíceis aplicados à economia geravam certo *status* entre os académicos. Tal fato levou à criação de teorias baseadas exclusivamente na criação de modelos derivados de agentes racionais capazes de maximizar os lucros e minimizar as perdas sempre que necessário.

O “romantismo” existente na versão clássica e racional do comportamento do consumidor tornou a análise económica uma ciência “exacta”, assim como a física. Contudo, pode-se afirmar que tal conclusão a respeito da ciência económica era no mínimo utópica, e factivelmente enganosa. Mas como poderiam os economistas e homens de negócios daquela época contestar os “incontestáveis” resultados matemáticos comparativamente com a gama de análises filosóficas derivadas de um grau de subjectividade de grande magnitude? Desta forma, parecia lógico utilizar-se de uma metodologia exacta em vez de compor análises baseadas no simples raciocínio filosófico.

Os economistas sempre inovaram na questão de novas combinações analíticas, primeiro com a filosofia, depois com a matemática e a estatística. Justamente esta enorme capacidade de fazer novas combinações trouxe a ciência para este importante patamar: o estudo do cérebro dos agentes económicos.

A ciência económica quando se deparava com dificuldades para analisar questões económicas complexas como, por exemplo, a existência dos ciclos económicos, recorria à “fuga para a frente”. Isto é, quando ocorria algum problema que dificultava a explicação teórica convencional, os economistas fugiam para a frente com “boas novas” teóricas capazes de explicar o problema do momento.

Poderá haver agora também uma “fuga para a frente”. Parece no entanto ser prudente estudar o cérebro dos tomadores de decisão na economia pois estes tomadores são justamente seres

humanos. Se antes a economia se valia da modelagem do *homo-economicus* para prever e explicar o comportamento económico, só o fez porque não dispunha da tecnologia que hoje as neurociências oferecem aos neuroeconomistas.

Ao contrário do que preconiza a teoria da demanda, cujo conteúdo indica a variação do consumo em decorrência da variação de preços, renda, preferências, cultura, etc., a demanda depende da forma como estas variáveis se apresentam ao consumidor, ou seja, dependem do contexto.

O cérebro interpreta as coisas de forma automática sendo a percepção fruto da herança genética associada à experiência de vida de uma pessoa. Isto acontece porque antes de ser um investidor, comprador, empregado, etc., uma pessoa constitui-se como um ser biológico, o que significa que a sua percepção dependerá a princípio de factores referentes ao “valor biológico”, ao qual já nos referimos anteriormente, e que em si, é em grande parte inconsciente.

Vejam os seguintes exemplos. O preço de um bem só reduz a demanda de um produto se assim ele é percebido. Em campanhas de Marketing em que o efeito “grátis” vem estampado, os consumidores são levados a comprar inconscientemente por conta do estímulo gerado. Outro exemplo é o factor de ancoragem: o cérebro memoriza o primeiro preço de um produto. Portanto, uma política voltada para os preços atuais de um produto antigo pode ser desestimulante para a empresa que os vende. Mais, um factor que gera impactos determinantes na hora da compra de um produto pelo demandante é o factor balizamento, em que os preços de bens substitutos, ou dos mesmos bens são comparados na vitrina da loja ou no anúncio tendo em vista a venda de um deles somente utilizando os demais preços para balizar a venda. Isto ocorre constantemente na venda de revistas por assinatura, vitrinas de lojas de varejo, opções de cursos, cardápios de restaurantes, etc.

Evidentemente que cada pessoa detém uma elasticidade preço distinta em relação aos produtos que consome. Entretanto, existe um limite claro entre qualquer grau de elasticidade e a questão do valor biológico. As pessoas agem da mesma forma quando estão sob influência do medo, ou então, perto dos amigos? Dever-se-á chamar nestes casos elasticidade medo? Ou, elasticidade influência de amigos?

Além das questões biológicas endógenas ao ser humano, como por exemplo, na percepção de uma ameaça, levando à decisão de lutar ou fugir, existem portanto as questões relacionadas com o viés cognitivo, que fazem com que as pessoas percebam a comunicação de produtos e serviços de determinada forma, considerando a existência de manias que só podem ser

explicadas por factores que apontam para a comunicação ao cérebro que nos faz decidir - o cérebro reptiliano.

É portanto uma abordagem ao contrário da abordagem que aponta a demanda como origem de valor económico. Ou seja, dever-se-á atender as necessidades e desejos da demanda. A Neuroeconomia aponta para o fato de que a demanda pode ser orientada pela oferta ou pelo governo em alguns casos, levando a consumir aquilo que se quer que seja consumido. Infelizmente o poder está nas mãos da oferta, apesar de que isto não é tão simples como parece, pois envolve uma questão bastante complexa acerca do gerenciamento do sistema de recompensas cerebral, além de outros factores relacionados com o valor biológico na vida económica.

4.7 O problema das previsões

A previsão económica é um assunto demasiadamente complexo para que se faça conclusões abrangentes e definitivas acerca do assunto. Contudo neste tópico serão apresentados exemplos intrigantes e que colocam os métodos de previsão mais tradicionais em “cheque”.

Num estudo levado a cabo por Tyszka e Zielonka (2002) verificou-se que quanto mais o analista tinha fé em sua capacidade de realizar previsões pior era o resultado; e para piorar, o “retorno” dos mesmos consistia em resultados iguais, portanto saber seus pontos fracos não melhorava suas previsões.

Mais surpreendente ainda foi o resultado de um estudo de Jean-Philippe Bouchaud, reconhecido por ser um pesquisador que se utiliza do método empírico. Examinou detalhadamente mais de 2000 previsões de analistas de títulos e concluiu que estes “não previam nada”. Mesmo munidos de informações complementares específicas sobre o mercado e sobre as empresas, as previsões dos analistas não superava as previsões das pessoas comuns. O estudo concluiu também que o efeito de manada afetava a previsão dos analistas de títulos (ver Taleb, 2009, p. 199).

Em outro estudo conduzido por Tetlock (2006), estudou-se o desempenho de analistas políticos e económicos. Ele pediu a vários especialistas que julgassem a probabilidade de ocorrência dentro de um limite de tempo (aproximadamente 5 anos) de uma série de eventos políticos, económicos e militares. No total foram cerca de 27 mil previsões, com a participação de quase 300 especialistas (formada em sua maioria por economistas). O estudo levado a cabo revelou que os índices de erro dos especialistas eram muito mais altos do que tinham estimado. O estudo também mostrou que a graduação académica dos especialistas não

influa nos resultados das previsões e que a maioria dos economistas obteve resultados equivalentes aos dos jornalistas. Mas o resultado mais intrigante foi o facto de que a reputação do analista afetava negativamente as previsões. Quanto mais famoso era o analista pior o resultado da previsão (ver Taleb, 2009, p. 200).

Como levantado anteriormente, tais resultados não apontam para factos robustos, são apenas alguns trabalhos que surgem de forma excepcionalmente interessante acerca das previsões económicas. Se considerarmos que o homem é limitado acerca da tomada de decisão, tais levantamentos não chegam a surpreender. Contudo poder-se-á extrair a seguinte conclusão, a de que o ditado popular “quando acertamos é responsabilidade nossa, quando erramos foi culpa do acaso ou da má sorte” é verdadeiro. As pessoas tendem literalmente a se credenciar sob as glórias do sucesso e não assumem a responsabilidade por erros ou resultados negativos.

4.8 Seguir a manada

Desde que o termo foi utilizado pelo filósofo Hipócrates no século VI a.C. não se utilizava de forma tão vulgar o termo epidemia. Este termo deriva do grego clássico: epi (sobre) + demos (povo). Uma epidemia se caracteriza pela contaminação repentina em grande número de casos no caso de doenças. No mundo dos negócios, epidemia quer dizer a adopção de um produto, serviço ou uma ideia de forma repentina e que se espalhe entre muitos agentes económicos.

Na literatura existente sobre o assunto, o principal desencadeador de epidemias económicas tem em sua essência um fenómeno económico há muito discutido pelos economistas. Trata-se do “efeito manada”. O “efeito manada” significa o acto colectivo de seguir ideias alheias. Contudo nesta altura cabe uma pergunta: por que algumas ideias, tendências, mensagens pegam mais do que outras? O que faz com que a manada siga “a nossa ideia”?

Este processo parece se comportar de forma aleatória. Entretanto a Neuroeconomia se propõe oferecer soluções. Na verdade trata-se de uma vertente da Neuroeconomia, o Neuromarketing. O Neuromarketing propõe que determinadas mensagens sejam direccionadas ao cérebro do consumidor de forma que a comunicação seja efetuada de forma eficaz por meio da eliminação de ruídos existentes, fazendo com que uma mensagem publicitária seja por fim percebida de forma mais de acordo com a estratégia de marketing da empresa. Para tal os pesquisadores desta área dispõem de várias técnicas como as que este estudo mostrará mais a frente, como é o caso do *Eye Tracking*, do eletroencefalograma e a leitura facial.

A previsão de epidemias ou tendências é um tema importante para a economia, apesar de que

alguns académicos por vezes não reconheçam isto. Contudo é também a causa da ruína da economia tradicional. Pode até parecer uma tragédia baseada na dialética⁵ marxiana⁶, mas o facto é que a previsão é extremamente difícil de ser feita em termos técnicos. Contudo outro problema é decorrente das previsões: o risco que o economista corre ao afirmar precisamente resultados económicos, mesmo com todo o aparato quantitativo, o qual é um risco real desta profissão. Desta forma, ninguém é capaz de prever as epidemias, pelo menos até agora. Com a Neuroeconomia pode haver um contributo significativo, contando com a ajuda dos laboratórios de biologia e de métodos quantitativos nas grandes Universidades espalhadas pelo globo terrestre. O comportamento humano nos negócios é muito mais parecido com o comportamento de comunidades de bactérias do que com o mundo racional imaginado pela economia tradicional. Mas isto acontece em termos gerais. Este facto ainda não é solução definitiva para o problema da identificação de epidemias.

Alguns factores são importantes para a geração de epidemias económicas e, claro, para atingir o objectivo de qualquer política económica, que é fazer a “manada” seguir uma ideia específica. O primeiro ponto é identificar a diferença entre consciência e inconsciência, isto porque a comunicação com o cérebro reptiliano é um factor importante para fazer com que os agentes aceitem uma ideia. Em um segundo momento é necessário identificar o funcionamento da memória e a relação emocional que o grupo alvo apresenta para com a ideia em questão. Afinal, o objectivo é fazer com que a mensagem fique gravada na memória de longo prazo e de forma positiva. E por fim, há que clarificar a criação de estímulos específicos ao cérebro reptiliano dos agentes.

4.9 Efeito contexto na tomada de decisão dos agentes no sector eléctrico

Em muitos momentos na vida económica os agentes se defrontam com escolhas que nem sempre são o que parecem ser. O efeito de contexto pode ser considerado como um dos maiores problemas no que diz respeito à ambiguidade na hora da tomada de decisão. Isto ocorre porque a forma como as opções são apresentadas aos agentes pode influir no resultado final.

O efeito de contexto tem sido utilizado de forma inconsciente em diversas áreas, com

⁵ A dialética é um método de diálogo cujo foco é a contraposição e contradição de ideias que leva a outras ideias e que tem sido um tema central na filosofia ocidental e oriental desde os tempos antigos (ver http://pt.wikipedia.org/wiki/Dialética_marxista).

⁶ Referência à dialética de Carl Marx (1818-1893).

destaque para a política internacional, a negociação, as vendas e o marketing. Alguns autores de renome têm tratado de divulgar a questão do contexto no processo de tomada de decisão dos agentes. É o exemplo do prêmio Nobel em economia, George Akerlof (2010); do professor do MIT Dan Ariely (2008); dos autores do Best Seller “Nudge” Richard Thaler e Cass Sunstein (2009); e de um dos autores em economia mais lidos do mundo, Varian Hall (2006).

O efeito de contexto afeta os agentes económicos por conta da tendência que estes agentes apresentam para serem decisores passivos e negligentes, de forma inconsciente. Isto ocorre porque o cérebro como responsável pela acção não reavalia as questões apresentadas. Talvez seja por isso que muitos estudos recentes em Neuroeconomia apontam para a hipótese de que os agentes são, em muitos casos, irracionais aquando da tomada de decisão. Talvez por isso o efeito de contexto chame tanto a atenção da comunidade científica e do mercado.

No estudo levado a cabo, considerou-se a possibilidade da aplicação do contexto nos muitos momentos de tomada de decisão do sector eléctrico brasileiro.

Como se verá no decorrer desta pesquisa, o contexto sob o qual se insere uma decisão influencia directamente o resultado final da decisão. As decisões são sensíveis às condições e às circunstâncias do tempo e do lugar em que ocorrem. No estudo acerca do contexto, mostrou-se uma situação de *contexto positivo* ou *contexto negativo*, simplesmente porque é vulgar nas decisões económicas do quotidiano de uma pessoa como em decisões de empresas de grande porte que envolve elevadas quantias de dinheiro estatal ou privado, ver três tipos de ópticas ou de contexto sob as quais se apresentam as decisões:

- Positivo;
- Negativo;
- Neutro.

Contexto positivo da decisão - é muitas vezes praticado por agentes que visam a aceitação de uma ideia. Por exemplo, no caso das energias, o governo geralmente mostra dados técnicos (que têm pouco efeito sobre o cérebro decisor) por meio de gráficos e textos complexos no sentido da importância da ampliação da capacidade energética do país. O contexto positivo pode ser visto como uma óptica “optimista” acerca de possibilidades de escolha. O lado positivo das decisões implica em uma espécie de suavização de factos negativos e ampliação de factos positivos aquando de uma possibilidade no processo decisório. A principal emoção envolvida no contexto positivo é a alegria, como espaço para a surpresa em algumas ocasiões.

Contexto negativo da decisão - o contexto negativo atua sobre as possíveis externalidades

negativas que uma escolha pode acarretar para os agentes. ONGs e alguns ambientalistas radicais são “mestres” na exploração de apresentação de decisões tendo em foco o contexto negativo. As principais emoções envolvidas no contexto negativo são medo e raiva, mas com a possibilidade de geração de nojo e surpresa (negativa) em alguns momentos.

Contexto neutro da decisão - pode ser considerado muito raro isto porque as pessoas são influenciadas por informações inconscientes o tempo todo, o que dificulta bastante a existência da tomada de decisões em contexto neutro. Por mais ética que seja considerada uma pessoa ela sempre apresenta as escolhas de forma tendenciosa (na grande maioria das vezes inconscientemente). A neutralidade de uma decisão económica que envolva a vida de outras pessoas e até do ambiente onde vivem os tomadores de decisão se configura como uma possibilidade “utópica” no que se refere à análise económica, existindo apenas na literatura.

Toma-se um conjunto de situações de tomada de decisão no campo das empresas de energia, como as que têm a ver com as seguintes questões: devemos implantar ou não uma hidroeléctrica nesta comunidade? Qual o modal de energia alternativa a ser utilizado? Devemos passar esta estrada perto neste local? Estas são algumas entre muitas outras questões que envolvem impactos para o meio ambiente, para as pessoas e para a própria empresa.

As decisões neste sector são sempre marcadas por questões políticas, religiosas, pessoais, ambientais, normativas, comerciais e técnicas. Um bom exemplo disto é a construção da usina hidroeléctrica de “Belo Monte” no Estado do Pará, em que o Governo brasileiro enfrenta grandes dificuldades na implantação do projecto por conta da influência das questões indígenas, ambientais, religiosas e políticas, mesmo depois de o projecto ter apresentado viabilidade económica e técnica; ou ainda o caso das implantações de mini-redes em locais isolados da Amazônia em que questões pessoais de moradores destas localidades como ciúme, inveja ou raiva impactaram directamente na viabilidade dos projectos, levando os técnicos de alguns deles a apontar a necessidade do comportamento “racional” dos agentes para que o projecto seja viável económica e socialmente.

Na verdade, os agentes económicos são extremamente sensíveis ao poder do contexto. E as mudanças decorrentes do contexto, podem, com efeito, deflagrar verdadeiras “epidemias” (ver Gladwell, 2009, p. 137).

Portanto, este é um efeito bastante representativo da incapacidade que os agentes têm em serem racionais. Entretanto, abre-se um campo alargado para novas possibilidades analíticas. O processo de tomada de decisão e, ainda mais, o processo de avaliação das análises de tomada de decisão não pode ignorar o poder do contexto para os resultados.

5. Estímulos e orientações em Neuroeconomia

5.1 Identificando as emoções dos agentes no processo de tomada de decisão

As emoções são tão importantes para a sobrevivência da espécie humana que elas se tornaram um programa complexo endógeno ao sistema de sobrevivência, que na maioria das vezes é um processo automático. Dentro do mecanismo de valor biológico, assim como as demais variáveis de recompensa e punição, as emoções compreendem um componente importante para a regulação vital.

Antes de mais, vale fazer aqui uma distinção entre emoção e sentimento, que por vezes são confundidos. A emoção é a acção decorrente dos estímulos externos e internos, enquanto que o sentimento é a resposta do corpo diante da percepção gerada pela emoção.

As emoções são programas complexos, em grande medida automatizados, de acções modeladas pela evolução. As acções são completadas por um programa cognitivo que inclui certos conceitos e modos de cognição, mas o mundo das emoções é sobretudo um mundo de acções levadas a cabo no corpo humano, desde expressões faciais e posições do corpo até as mudanças nas vísceras e meio interno. Os sentimentos de emoção, por outro lado, são percepções compostas daquilo que acontece no corpo e na mente quando uma pessoa sente as emoções. No que diz respeito ao corpo, os sentimentos são imagens de acções e não acções em si mesmas (ver Damásio, 2010, p. 142). O sentimento é um componente da emoção, mas a emoção nem sempre desperta um sentimento. A emoção pode ocorrer sem um sentimento aparente (ver Phelps, 2008, p. 233).

Portanto, emoção e sentimento fazem parte de um processo cuja primeira etapa é a emoção (acção) e a segunda etapa é o sentimento (o sentir, o perceber, o tomar consciência). Depois disto ocorre uma espécie de ajuste em que o lado consciente tenta tomar o controle da situação. Algumas pessoas conseguem controlar os efeitos da emoção melhor do que outras, mas nada significativo. Tal facto deu origem a toda uma literatura *pop* acerca da inteligência emocional.

Diante de um estímulo com apelo emocional seja ele presente ou que evoque acontecimentos do passado, o cérebro processa estas imagens activando assim uma série de regiões específicas do *sistema límbico*, com destaque para a *amígdala*. Os núcleos da *amígdala* enviam ordens para o *hipotálamo* e para o tronco cerebral (ver Damásio, 2010, p. 147). A *amígdala* faz uma varredura de toda a experiência, em busca de problemas, uma espécie de sentinela psicológica, desafiando cada situação, cada percepção, com apenas um tipo de

pergunta em mente, a mais primitiva: é alguma coisa que odeio? Isso me fere? (ver Goleman, 1996, p. 68).

Geram-se então efeitos sobre o cérebro em si e sobre a parte restante do corpo. Derivando destas reações pode-se identificar o perfil emocional de uma pessoa, também denominado “estado emocional” (ver Damásio, 2010, p. 147). Por exemplo, em algumas ocasiões sentimos como se fossemos explodir, a respiração fica acelerada, o estômago fica embrulhado. Associado a estas sensações é liberado no organismo o cortisol o que de certa forma altera todo o organismo.

Na literatura são muitas as composições acerca dos tipos de emoções. Entretanto nos últimos anos os pesquisadores parecem ter entrado em consenso no que diz respeito às emoções básicas. Em Ekman e Friesen, citados por Phelps (2008, p. 239), podem encontrar-se as seguintes emoções básicas:

- Medo;
- Raiva;
- Tristeza;
- Nojo;
- Felicidade;
- Surpresa.

Estas emoções básicas podem ser encontradas nas várias localidades e culturas do mundo. Sobre isto, é factível o determinismo genético das emoções. Contudo também é verdade que a cultura influi na forma como algo é percebido pelo cérebro e que por fim desencadeia as emoções. Por exemplo, para os brasileiros, enfrentar a França na “copa do mundo” de futebol causa medo, já que esta selecção eliminou o Brasil de três “copas do mundo”. Já para os italianos (copa de 2006) enfrentar a França remete à alegria, já que o último título dos italianos do “guarda redes” Luigi Buffon, foi conquistado sobre a França do craque aposentado, Zinedine Zidane. Este é apenas um exemplo: a selecção Brasileira vai continuar sendo a selecção que mais provoca medo nos adversários.

Contudo, não importando a etnia nem a localização no globo terrestre, os efeitos faciais e corporais apresentados pelas pessoas são idênticos diante de um momento de emoção, o que de facto justifica ou permite a utilização do mapeamento das emoções pela leitura facial e pela leitura corporal.

Todavia mecanismos mais fiáveis do que a intuição e técnicas aplicadas de PNL (Programação Neurolinguística) são necessárias para pesquisas mais robustas. Para resolver

este problema, instituições de ensino e centros de pesquisa em Neuroeconomia e Neuromarketing utilizam *softwares* cada vez mais potentes para análise de microexpressões faciais de clientes, fornecedores e demais agentes económicos envolvidos no objecto das pesquisas. Como hoje é possível mapear as microexpressões faciais de várias dezenas de pessoas numa sala, em termos práticos, isso significa que a identificação do estado mental dos agentes assim como o impacto que os estímulos geram nos agentes podem ser facilmente identificados.

Mas que estímulos são esses? Existem várias classes de estímulos que têm sido bem caracterizados e utilizados numa série de estudos. Duas classes desses estímulos são “cenas emocionais” e “palavras”. Outra classe de estímulos geralmente utilizada em pesquisas sobre emoção consiste em “rostos com expressões emocionais”. Outros estímulos normalmente utilizados para estudar a emoção em laboratório seriam considerados reforçadores primários - isto é, estímulos e situações que são inerentemente apetitivos ou aversivos (ver Phelps, 2008, p. 241).

Neste estudo se optou por utilizar as classes de estímulos com imagens. Entretanto os pormenores da pesquisa em si ficam para mais tarde. Portanto o objetivo deste tópico foi alcançado ao apresentar genericamente o tema das emoções.

5.2 A geração de estímulos para orientação dos tomadores de decisão

As pessoas estão sujeitas a estímulos inconscientes que fazem a diferença nos resultados finais no processo de tomada de decisão na economia.

A neurociência tem apontado para a possibilidade de que factores genéticos associados à experiência de vida de cada indivíduo formam a estrutura da escolha, fazendo com que a decisão seja tomada muito antes do processo de consciência. Estudos recentes apontam para o facto de que impulsos eléctricos são desencadeados no cérebro em 500 milisegundos antes da acção (ver Maldonado e Dell’orco, 2010, p. 25). Portanto, ao contrário do que sempre se acreditou, primeiro a escolha é feita no cérebro, depois as pessoas justificam suas escolhas. Por exemplo, a maioria das pessoas faz compras com base nas emoções e, em seguida, justifica racionalmente as suas decisões (ver Renvoisé e Morin, 2009, p. 22).

Desta forma a geração de estímulos pode aproximar ou afastar as pessoas de um objectivo, objecto, pessoa, animal, alimento, etc. Mas existe a possibilidade de influência exógena, por exemplo, com base na opinião de terceiros, ilusões de óptica, efeitos de ancoragem, entre outros factores. Portanto a ideia de livre arbítrio neste sentido fica limitada.

Há alguns anos, em um experimento, pesquisadores em uma sala de cinema deram aos espectadores baldes grátis de pipocas amolecidas (feitas cinco dias antes e guardadas de modo a que fossem amolecendo). As pessoas não foram informadas quanto ao estado das pipocas, mas é um facto de que não gostaram delas. Nesta experiência metade dos espectadores recebeu um balde grande de pipocas e a outra metade recebeu um balde médio. As pessoas que receberam um balde grande comeram em média 53% das pipocas - apesar de não gostarem delas. Depois do filme, os pesquisadores perguntaram às pessoas que tinham recebido o balde grande se tinham comido mais dado o tamanho do balde. A maioria disse que não, com respostas do tipo: “não me deixo enganar com esse tipo de coisas”. Mas estavam erradas (ver Thaler e Sunstein, 2008, p. 69). Neste caso o estímulo foi “mais quantidade oferecida significa mais quantidade consumida”. Isto se deve à incapacidade inerente aos seres humanos em abrir mão de ganhos factuais instantâneos em prol de ganhos maiores futuros.

Outro exemplo é o experimento em que psicólogos pediram que mulheres seleccionassem de entre 12 pares de meias-calças de náilon aquelas que preferiam. Então os pesquisadores perguntaram às mulheres as razões para as escolhas. Textura, “sensação” e cor estavam entre as razões escolhidas. Todos os pares de meias-calças eram, na verdade, idênticos. Concluiu-se no estudo que as pessoas são melhores em explicar do que em entender (ver Taleb, 2009, p. 102).

Pode-se categoricamente afirmar que a tomada de decisão depende da forma como as pessoas percebem a si mesmas enquanto ser biológico e como percebem o mundo que as rodeia. Tem-se visto ao longo do trabalho já apresentado que a percepção se dá por meio da formação de mapas mentais representados por imagens, não importando se o estímulo é uma visão, um cheiro ou um sabor. Todos eles se materializam sob a forma de imagens no cérebro.

O cérebro reptiliano é egocêntrico. Isto indica que uma pessoa lembra com maior facilidade de situações que lhe dizem respeito. Num experimento recente, pesquisadores perguntaram a alguns voluntários sobre eles próprios e sobre outras pessoas. Depois os pesquisadores deram aos participantes um teste-surpresa para ver o quanto se lembravam das perguntas. As pessoas lembravam mais das perguntas sobre si mesmas do que sobre os outros (ver Zimmer, 2010, p. 8). Naturalmente esta é uma vantagem que pode ser eficazmente aproveitada na hora de gerar um estímulo no sentido de orientar os tomadores de decisão a escolher determinada opção.

Como estrutura neurológica, o cérebro tem uma necessidade inerente de estimulação e o comportamento traduz essa necessidade do cérebro em ser estimulado uma vez que na

ausência dessa estimulação o cérebro procura formas de aumentá-la (ver Rodrigues, 2011, p.14).

Mas o que é um estímulo? Em Neuroeconomia um estímulo é uma acção que objectiva mudar ou a confirmar ainda mais uma percepção. Os profissionais da área do marketing falam muito em marca percebida ou valor percebido. Na verdade eles se referem à formação de uma possível percepção que atraia os clientes atuais e potenciais para a compra de seus produtos. Na economia, muitas políticas governamentais foram definidas com base em estímulos que apelam para uma mudança de percepção. Um bom exemplo foi o posicionamento “acolhedor” e “apaziguador” do então candidato à presidência americana, Barack Obama, quando necessitou ganhar a confiança dos eleitores que enfrentavam o início de uma grande crise financeira global em meados de 2008.

A geração de estímulo é a arma fundamental da Neuroeconomia para mudar a realidade, quebrar paradigmas e gerar inovações. Depois de identificar o contexto de uma decisão e mapear o perfil emocional do tomador de decisão, vem o estímulo, que necessariamente deve considerar as informações encontradas no contexto e no perfil dos tomadores de decisão.

Os estímulos variam bastante em uma graduação de sensibilidade. Nem sempre um estímulo tem o mesmo efeito em pessoas diferentes. Talvez seja este o “elo perdido da Neuroeconomia”. Como controlar a geração da percepção de forma a afectar grupos de pessoas a seguir a “manada”? Como fazer para controlar o ciclo de aceitação de um produto? Os casos estudados até hoje conseguem identificar se um produto obteve ou não sucesso, mas nunca nem chegou perto de prever o movimento do sucesso destes produtos. Ou será que há 10 anos todos sabiam que o “iphone” da Apple seria o sucesso que é hoje? Ou ainda, será que o Governo Brasileiro em meados dos anos da década de 1990 saberia que a construção de uma hidroeléctrica (Belo Monte no Pará) que pode resolver metade dos problemas energéticos do país seria tão combatida pela sociedade global? Evidentemente que a resposta para estas perguntas é “não”.

Enquanto a Neuroeconomia não descobre como controlar as “pragas” ou manias de mercado, a geração de estímulos cerebrais continua sendo a arma mais eficaz para fazer com que uma ideia, produto ou comportamento social prolifere em termos colectivos. Já que não se pode estar precisamente certo, é melhor se concentrar na possibilidade de estar “mais ou menos” certo, mesmo a Neuroeconomia se apresentando como o que há de mais preciso na questão do comportamento dos agentes na economia.

5.3 A ética e a moral na Neuroeconomia

O estudo referente à economia nos tempos antigos, antes da manifestação da economia enquanto área de estudo específica era endógena às discussões paralelas à ética. Mas antes de mais, é melhor lembrar o conceito de ética e por conveniência o conceito de moral, culminando com os principais pontos que se referem à nova abordagem da Neuroeconomia. Contudo, neste tópico será feita uma explanação com base no levantamento dos tópicos mais atuais acerca do que está se passando com a Neuroeconomia no que se refere ao assunto da ética.

A França foi um dos primeiros países a se tornar referência em Neuroeconomia com destaque para o Neuromarketing. Grandes institutos de pesquisa, universidades, empresas e o governo utilizaram por anos os benefícios da Neuroeconomia para otimizar seus recursos por meio de decisões mais sábias a favor da geração de riquezas e bem estar. Contudo, também tem sido utilizada a neurociência diante da possibilidade da utilização da pesquisa com Ressonância Magnética Funcional na área do direito, em particular em julgamentos de casos de assassinatos, em que uma sentença pode ser definitiva para a vida de uma pessoa. O governo francês resolveu intervir, porém no uso indiscriminado da neurociência. Proibiu a utilização da Ressonância Magnética em comerciais e julgamentos (ver Oullier, 2012, p. 01). Por que será? Manutenção do *status quo*, medo, entre outros vários motivos possíveis. Não se sabe ao certo. Contudo desde já se poderá considerar este facto como sendo uma medida preventiva equivocada e nada científica.

Por absurdo, em última análise, talvez governos conservadores proibissem a utilização do fogo, da energia, da prática de artes marciais, da nanotecnologia, dos automóveis e até da internet. Todas as inovações que trazem o bem, também podem ser utilizadas para o mal se estiverem nas mãos de pessoas inescrupulosas. Pessoas inescrupulosas devem ser acompanhadas para tentar neutralizar um potencial causador de externalidade negativa em âmbito social, mas se mesmo assim cometerem um acto deletério, estas pessoas devem ser julgadas e se for o caso punidas.

Além da “ignorância” política a respeito das novas descobertas das neurociências, o que parece existir de facto é o medo por parte de alguns neurocientistas, que estão acompanhando o sucesso da neurociência aplicada à Neuroeconomia e a muitas outras áreas do conhecimento, que até agora só ganharam com a inclusão da neurociência em seu arcabouço analítico. Neste ponto um espaço para o seguinte raciocínio: os engenheiros constroem as hidroeléctricas, mas nem por isso só eles têm acesso à energia. O mesmo se aplica aos

avanços da neurociência neste momento.

Agora considerando a Neuroeconomia em si, a verdade é que no campo da economia, muitos economistas tradicionais, fechados a novas ideias, estão relutantes (assim como alguns neurocientistas) relativamente aos benefícios da Neuroeconomia. Neste caso podemos referir os mesmos motivos que afetam os neurocientistas.

Talvez a denominação da disciplina cause certa renitência, contudo o mercado e o mundo académico já aceitaram tal denominação (Neuroeconomia). Certamente se chamassem a Neuroeconomia de “nova economia”, “economia moderna” ou qualquer destes nomes vagos que delegam a responsabilidade a “ninguém”, alguns economistas e neurocientistas ortodoxos não partilhassem do preconceito que agora expõem em seus artigos e livros.

Estudos de Neuromarketing têm mostrado que diariamente as pessoas são expostas a milhares de informações que não são percebidas pelo cérebro (pelo menos não como planejado pelos publicitários). Isto deve causar algum mal, ou pelo menos toma tempo dos telespectadores, que deveriam estar vendo comerciais pontuais relativas às suas necessidades. No campo da política, os candidatos agora conseguem transmitir de forma mais eficaz os seus planos de governo para os eleitores. Na área dos recursos humanos, lideranças mais pontuais e adequadas a cada momento podem ser desenvolvidas graças à evolução da neurociência nesta área.

Os ganhos para os agentes em decorrência da utilização da neurociência associada à economia são potencialmente elevados. Assim como ocorre com qualquer tecnologia nova a Neuroeconomia deve ser acompanhada por autoridades, pela comunidade científica e pelo mercado. Contudo, um facto se apresenta, queiram os mais cépticos ou não reconhecê-lo, a Neuroeconomia será o que os agentes de agora quiserem que ela seja.

5.4 Aprendizagem por reforço

Um tema que deveria ser constante no estudo da Neuroeconomia é a aprendizagem. Isso porque a interação com a vida económica é constante na vida de um indivíduo. A forma como criamos hábitos de compra, de negociação, de gestão de equipas, de vendas, de liderança, entre outros temas da Neuroeconomia, está diretamente relacionado com a forma e o tipo de aprendizagem.

Um ponto relevante para o entendimento do comportamento animal (em especial dos seres humanos) é o estímulo por meio de recompensas e punições. Para tal, o estudo relacionado

com a aprendizagem por reforço tem se mostrado pertinente para compreender um pouco deste processo.

Na área da aprendizagem por reforço é evidenciada a presença marcante de duas abordagens: o condicionamento Pavloviano e o condicionamento instrumental (ver Tassi, 2011, p. 30). A primeira abordagem ganhou esta denominação por conta de seu criador, Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936), ganhador do Prémio Nobel de Medicina e Fisiologia de 1904. Pavlov considerou que algumas respostas comportamentais são reflexos incondicionados, ou seja, são inatas em vez de aprendidas, enquanto que outras constituem reflexos condicionados. Estes são aprendidos através do emparelhamento com situações agradáveis ou aversivas (ver Eduardo, 2009, p. 59). No instrumental o agente tem controle sobre os estímulos futuros através de suas ações; por exemplo, um animal que determina a liberação do alimento pressionando uma alavanca. Para a neurociência existe ainda a questão da implementação neural deste aprendizado, considerando estruturas neurais e a questão de saber de que forma as informações sobre o meio ambiente são armazenadas e como, a partir destas informações, decisões adaptadas são geradas (ver Tassi, 2011, p. 30).

Desta forma é interessante observar a modelação matemática da aprendizagem por reforço (ver Tassi, 2011, p. 33).

$$V_{novo} = V_{antigo} + \eta(\text{resultado} - \text{expectativa}) \quad (23),$$

ou

$$V_{novo} = V_{antigo} + \eta(R - V_{antigo}) \quad (24),$$

Isto significa que numa tentativa o poder preditivo de estímulo (V_{novo}) mudará, para mais ou para menos, somente se o valor do resultado, isto é, do reforço obtido (R), for maior ou menor que o esperado ou previsto (V_{antigo}). Caso seja igual, nenhuma mudança ocorrerá no valor. A intensidade de variação será dada pelo coeficiente de aprendizagem η ($0 < \eta \leq 1$). Quanto maior o valor do coeficiente de aprendizagem η , maior será a importância do resultado da última tentativa na determinação do valor do estímulo (ver Tassi, 2011, p. 33).

Considerando agora o modelo alternativo para o condicionamento Pavloviano: a Regra de Diferença Temporal (DT). Diferente do modelo anterior, a DT considera o efeito tempo para a análise. Outra diferença se refere à meta de aprendizado. A DT procura fazer uma estimativa dos valores dos distintos estados, considerando um estímulo de recompensa ou punição futura, como segue no modelo matemático. O valor do estado “s” no momento “t” é:

$$V(s, t) = E[y^0 r_t + y^1 r_{t+1} + y^2 r_{t+2} + y^3 r_{t+3} + \dots + y^n r_{t+n}] \quad (25),$$

com $0 < y \leq 1$. O operador $E[.]$ indica que o V_t é a expectativa matemática ou média dos valores entre colchetes referentes às diversas séries de tentativas anteriores (o modelo parte da pressuposição de que o agente percorreu diversas vezes a sequência de estados de $t=0$ até $t=n$). A eq. (25), apresentada na sua forma estendida, informa que o valor do estado “s” no momento “t” é igual ao valor do reforço imediatamente disponível, somado ao valor descontado por y do reforço do estado seguinte, mais o valor do reforço do estado sucessivo descontado y^2 e assim sucessivamente, de maneira que a cada passo temporal o valor do reforço respectivo sofre uma desvalorização semelhante, fazendo com que os reforços mais distantes tenham valor menor que os mais recentes. É o que chamamos de desconto exponencial. Podemos reescrever a eq. (25) na forma abreviada abaixo. Com o objetivo de simplificar a notação passamos a utilizar V_t em lugar de $V_{(s,t)}$.

$$V_t = r_t + yV_{t+1} \quad (26).$$

Desta forma o aprendizado no DT é identificado pela repetição frequente da sucessão de estados e pela correção repetida das estimativas. De forma específica, ocorre um ajuste entre a diferença do valor esperado e do valor encontrado para atualizar o valor do estado (ver Tassi, 2011, p. 33).

*Diferença = reforço estado atual + y previsão próximo estado
– previsão do estado atual:*

$$\delta_t = r_t + yV_{t+1} - V_t \quad (27).$$

A equação 27 apresenta o erro “ δ_t ” que é utilizado para atualização do valor “ V_t ”. Esta equação representa a diferença entre o esperado (V_t) e o obtido tanto com o reforço imediato como transição a um novo estado ($r_t + yV_{t+1}$). Obviamente δ_t codifica a surpresa, erro de previsão ou violação de expectativa que será utilizada para a atualização do valor do estado após multiplicação por uma constante que determina, como no caso anterior, o quanto o valor será alterado em função deste sinal.

$$V_{novo} = V_{antigo} + \eta \delta_t \quad (28).$$

Neste caso a atualização dependerá do coeficiente de aprendizagem η ($0 < \eta \leq 1$), estabelece o quanto o resultado da experiência recente será determinante (ver Tassi, 2011, p. 37).

Vejamos agora o condicionamento operante. Neste modelo a transição entre estados passa a depender das ações do agente e a meta deste passa a ser escolher que o condicionem a estados associados à maior soma de reforços presentes e futuros. Cada ação determina a transição e o reforço imediato, mas também as possíveis transições subseqüentes e conseqüentes reforços. Desta forma, quando o agente recebe um reforço após uma seqüência de várias ações é necessário descobrir qual a ação anterior que aumentou a probabilidade de reforço. Tal problema é denominado “alocação de crédito temporal” (ver Tassi, 2011, p. 37).

Considerando a formulação matemática,

$$p(\text{ação}|\text{estado})_{\text{novo}} = p(\text{ação}|\text{estado})_{\text{antigo}} + \eta\delta \quad (29).$$

Outro algoritmo de aprendizagem por reforço para modelar o condicionamento operante é o “aprendizado-Q”. Neste algoritmo, o agente aprende diretamente a encontrar a melhor probabilidade de ação em cada estado sem necessidade de aprender o valor de cada estado (ver Tassi, 2011, p. 38).

$$q(s, a) = E[r_t + \gamma^1 r_{t+1} + \gamma^2 r_{t+2} + \dots + \gamma^n r_{t+n} | \text{estado}(t) = s, \text{ação}(t) = a] \quad (30).$$

Esta equação, onde $Q(s, a)$ é o valor médio da ação(a) no estado(s), nos diz o quanto o agente pode, em média, esperar se no estado s escolher a ação a e, a seguir, escolher sempre a ação que a experiência anterior ensinou ser a de maior retorno. Ao fazer esta escolha, o agente transita para o próximo estado e recebe ou não reforço. Neste ponto a diferença entre a previsão e o ocorrido será calculada, δ_t , e este será utilizado para atualizar o valor daquele par estado-ação,

$$Q(s, a): Q(s, a)_{\text{novo}} = Q(s, a)_{\text{antigo}} + \eta\delta_t \quad (31),$$

enquanto outros valores de Q para os outros pares de estado e ação mantêm-se inalterados. O processo de aprendizado-Q consiste na repetição de três passos: (1) fazer a previsão da expectativa de reforço das ações candidatas naquele estado; (2) selecionar a ação que tiver a maior expectativa de reforço; e (3) atualizar o valor de Q para aquele par estado-ação que foi escolhido, usando o erro ou a discrepância entre o valor obtido e esperado (ver Tassi, 2011, p. 39).

6. Métodos Quantitativos em Neuroeconomia

O uso de técnicas de análise de dados e dos métodos quantitativos de uma forma geral implica a criação de modelos extremamente práticos para a ciência em termos genéricos. Para a Neuroeconomia, a utilização dos métodos quantitativos vem se mostrando uma saída para despertar fiabilidade da comunidade científica. Afinal, trata-se de uma disciplina há muito estabelecida, testada e praticada por académicos, governantes, empresários, estudantes de graduação entre outros tantos adeptos.

Neste capítulo apresentaremos algumas técnicas, conceitos e modelos desenvolvidos por cientistas contemporâneos aquando da busca de soluções para os problemas económicos com a união entre Neuroeconomia e métodos quantitativos.

Até esta altura do trabalho, muito se mostrou sobre a Neuroeconomia. Contudo se dará aqui ênfase aos métodos quantitativos. Os métodos quantitativos são acima de qualquer coisa, uma ferramenta analítica. Portanto cabe ao pesquisador fazer bom uso da “ferramenta” no processo de investigação científica.

Aquando das técnicas estatísticas, para Hill e Hill (2009, p. 192) pode-se classificá-las da seguinte maneira:

- Técnicas paramétricas e técnicas não paramétricas;
- Técnicas que tratam de diferenças entre amostras de casos, e técnicas que tratam da relação entre variáveis (para uma só amostra de casos);
- Técnicas univariadas, técnicas bivariadas e técnicas multivariadas.

Mas antes de mais, é necessário fazer uma diferenciação entre estatística descritiva e estatística indutiva. A estatística descritiva descreve, de forma sumária, alguma característica de uma ou mais variáveis fornecidas por uma amostra de dados.

Estatística descritiva e indutiva - as estatísticas descritivas mais vulgares são, talvez, as medidas de tendência central, nomeadamente, o valor médio, a mediana e a moda. O desvio padrão, a variância, e o intervalo inter-quartil também são estatísticas descritivas porque dão uma descrição sumária da variação dos valores de uma variável. Todos os coeficientes de correlação são estatísticas descritivas na medida em que resumem a relação entre os valores de duas variáveis. Outras estatísticas descritivas ligeiramente mais sofisticadas, mas essenciais na fase preparatória de algumas análises de dados, são as medidas de curtose de assimetria. As estatísticas indutivas permitem avaliar o papel de factores ligados com o acaso quando estamos a tirar conclusões a partir de uma ou mais amostras de dados (ver Hill e Hill,

p. 192).

As técnicas paramétricas e técnicas não-paramétricas - as técnicas paramétricas são estatísticas que lidam com parâmetros, e um parâmetro é uma característica de um Universo, por exemplo, o valor médio de uma variável. As estatísticas paramétricas assumem um pressuposto forte, nomeadamente que, no Universo (e numa amostra retirada do Universo), os valores de uma variável têm uma distribuição normal. Elas assumem outros pressupostos também, sendo um dos mais importantes o que diz que os valores de uma variável são medidos numa escala de intervalo ou rácio. Alguns exemplos de técnicas estatísticas do tipo paramétrico são o teste t, a análise de variância, a correlação (do tipo Pearson) e a regressão linear. As técnicas não-paramétricas não lidam com parâmetros e não assumem que os valores de uma variável têm uma distribuição normal. Estas estatísticas permitem analisar variáveis com valores numa escala nominal. Alguns exemplos de técnicas estatísticas do tipo não-paramétrico são o teste quiquadrado, o teste de Wilcoxon, o teste entre medianas, e a correlação (do tipo Spearman).

Técnicas univariadas, bivariadas e multivariadas - As técnicas estatísticas indutivas que tratam de diferenças entre amostras e que utilizam uma variável dependente e uma variável independente são técnicas univariadas. As técnicas univariadas são denominadas assim, pois se referem à existência de apenas uma variável dependente. As técnicas bivariadas tratam de relações entre duas variáveis. Portanto, as técnicas de correlação e as técnicas ligadas com coeficientes de associação são técnicas bivariadas. Sobre as técnicas multivariadas, existe uma distinção entre técnicas estatísticas que tratam de dependência e técnicas que tratam de interdependência (ver Sharma citado por Hill e Hill, 2009, p. 207). Utilizando esta distinção:

- Técnicas que tratam de dependência - técnicas que utilizam mais do que uma variável independente e/ou mais do que uma variável dependente;
- Técnicas que tratam com interdependência - técnicas em que o objetivo principal da análise é entender como, e por que, as variáveis estão correlacionadas.

Continuando:

Figura 6. Técnicas Multivariadas

Análises de Dependência	Análises de interdependência
Regressão múltipla	Análise de componentes principais
Regressão logística	Análise factorial
Análise discriminante	Análise de clusters
Análise de variância multivariada	Análise loglinear

Fonte: Hill e Hill (2009, p. 207).

6.1 Unindo conceitos: Neuroeconomia e Métodos Quantitativos

Apresentar-se-á neste tópico alguns fenómenos explicados pela Neuroeconomia, teoria das decisões e das emoções. Alguns pontos podem soar como negativos ou apresentarem aparente falta de humildade. Mas na verdade não é assim. Os pontos antagónicos aqui expostos se configuram como uma quebra de paradigmas, não sendo possível fazer uma apresentação sem tocar nas críticas aos modelos tradicionais.

Os métodos quantitativos, tal como outrora, deram margem à teoria neoclássica para se desenvolver em termos científicos e mercadológicos. Agora permitem a outras abordagens económicas alternativas (como a Neuroeconomia), obter a mesma credibilidade e praticidade em termos de pesquisa científica, permitindo aos agentes económicos usufruir destas pesquisas que, em suma, permitem tomar decisões mais fiáveis.

Antes de um aprofundamento acerca da utilidade dos métodos quantitativos, retoma-se a definição de Neuroeconomia, com o intuito de fixar os conceitos inerentes.

Viu-se anteriormente que a Neuroeconomia tem chamado a atenção tanto de cientistas como dos profissionais de mercado. Este modelo interpreta os actos económicos com base em um arcabouço teórico multidisciplinar envolvendo áreas do conhecimento que vão além da ciência económica como é o caso da medicina, da psicologia, da física ou da química, por exemplo. Para Camerer, Loewenstein e Prelec (2005, p. 01), nas últimas duas décadas, após quase um século de separação, a economia começou a importar ideias da psicologia. "Economia comportamental" é agora uma figura de destaque no cenário intelectual. Esta abordagem prima por testes de laboratórios praticados principalmente por meio da IRM (Imagem de Ressonância Magnética) e pela TAC (Tomografia Axial Computadorizada). Estes testes buscam indicar por meio de uma consistente análise do cérebro como o ser humano reage diante de determinadas situações económicas. De forma genérica, a Neuroeconomia veio contribuir para a formalização, experimentação e contestação de teorias já amplamente utilizadas no mundo académico e para o surgimento e propagação da

abordagem empírica relativas às análises em economia, apresentando o homem como ser económico, de uma forma como nunca antes foi vista na ciência económica. Um bom exemplo em que a junção de métodos quantitativos se enquadra bem no contexto é o da “ancoragem”, em que as pessoas são expostas a informações arbitrárias como taxas de juros, preços e demais índices financeiros, ou seja, os resultados indicam que as pessoas podem não saber muito sobre um objecto ou uma categoria, mas elas podem ser influenciadas por algumas, até mesmo arbitrárias, as âncoras, o que afecta as suas características de previsão relacionadas com os resultados futuros (ver Kudryavtsev *et al*, 2012, p. 01). Portanto esta nova abordagem sobre a análise económica surge como uma inovação que quebra o paradigma existente em relação ao próprio conceito de análise em economia, permitindo tanto à comunidade científica quanto ao mercado, almejar resultados mais próximos da “realidade”. Isto poderá representar, com efeito, a ruptura com a economia ortodoxa e o surgimento de uma nova era para a economia.

Muitos artigos e livros sobre modelos alternativos à economia ortodoxa vêm sendo sistematicamente lançados no mercado editorial, constituídos de conteúdos interessantes baseados em testes laboratoriais com pessoas e animais. Todos eles provam que o homem é “previsivelmente irracional” na tomada de decisão em sua vida económica. Contudo muitos destes estudos pecam por não terem validade estatística para que seus resultados sejam extrapolados dos casos específicos para os casos gerais. Além disto, de forma secundária, a própria colecta de dados é posta em cheque. Desta forma pode-se dizer que a utilização dos métodos quantitativos como apoio à tomada de decisão pode desempenhar um papel importante no desenvolvimento das novas abordagens teóricas como é o caso da Neuroeconomia.

6.2 Regressão Logística

Uma técnica bastante utilizada em estudos não só de econometria, mas em muitos de Neuroeconomia também, é a de regressão logística. O objetivo principal desta técnica é perceber o que diferencia dois grupos de casos, ou seja, o que diferencia os dois níveis de uma variável dependente dicotómica, com base num conjunto de variáveis independentes. É possível usar esta técnica para classificar os casos com base no conjunto de variáveis independentes utilizado, e é possível calcular a probabilidade de cada caso pertencer a cada um dos grupos. As variáveis independentes podem ser medidas por meio de escalas nominais, ordinais ou métricas - ou uma mistura de todos estes tipos (ver Hill e Hill, 2009, p. 208).

O modelo logístico pode ser exemplificado da seguinte forma:

$$P_i = E(Y = 1|X_i) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_1+X_i)}} \quad (32).$$

Para facilitar a exposição, escrever-se-á como

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \quad (33).$$

Em que

$$Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i \quad (34).$$

A equação (33) apresenta o que é conhecido como função distribuição logística acumulada (ver Gujarati, 2005, p. 559).

É fácil verificar que, enquanto Z_i varia de $-\infty$ a $+\infty$, P_i varia entre 0 e 1 e P_i não se relaciona linearmente com Z_i (isto é X_i), satisfazendo assim os dois requisitos considerados anteriormente. Mas aparentemente ao atender estes requisitos, cria-se um problema de estimativa, pois P_i não é linear não somente em X , mas também nos β s, como se pode ver claramente por (32). Isto indica que não se pode usar o procedimento familiar dos Mínimos Quadrados (MQ) para estimar os parâmetros. Mas este é mais aparente do que real, pois em (32) “ i ” é intrinsecamente linear, o que se pode mostrar como segue.

Vejamos um exemplo. Se P_i - a probabilidade de construir uma hidroelétrica - é dada por (33), então $(1 - P_i)$, a probabilidade de não a construir, é

$$1 - P_i = \frac{1}{1 + e^{Z_i}} \quad (35).$$

Logo,

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{Z_i}}{1 + e^{-Z_i}} = e^{Z_i} \quad (36).$$

Agora, $\frac{P_i}{(1-P_i)}$ é simplesmente a razão de probabilidade em favor de construir um hidroelétrica - a razão entre a probabilidade de uma região vir a ter uma hidroelétrica e a probabilidade de ela não vir a ter essa hidroelétrica. Assim, se $P_i = 0,8$, por exemplo, isto significa que as chances são de 4 partes para 1 em favor de a região vir a ter a hidroelétrica (ver Gujarati, 2005, p. 560).

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = Z_i \quad (37). \\ = \beta_1 + \beta_2 X_i$$

ou seja, L , o log da razão de probabilidades é não somente linear em X , mas também (do ponto de vista da estimativa) é linear nos parâmetros. L é chamado de logit, daí o nome - modelo logit - para modelos do tipo apresentado em (37).

Segundo Gujarati (2005, p. 560) é conveniente observar as seguintes características do modelo logit:

- Conforme P vai de 0 a 1, o logit L vai de $-\infty$ a ∞ . Ou seja, embora as probabilidades (por necessidade) se situem entre 0 e 1, os logits não se restringem a esses limites.
- Embora L seja linear em X , as probabilidades propriamente ditas não são.
- A interpretação do modelo logit é como segue: β_2 , a inclinação, mede a variação em L para uma mudança unitária em X . O intercepto β_1 é o valor da chance em logaritmo em favor de construir uma hidroelétrica se as receitas da empresa forem iguais a zero. Assim como a maioria das interpretações dos interceptos, esta interpretação pode não ter qualquer significado físico.
- Dado certo nível de receita, digamos X , se na verdade quisermos estimar não a chance em favor de construir uma hidroelétrica, mas sim a probabilidade de construir uma hidrelétrica, isto pode ser feito diretamente em (32) quando as estimativas de β_1 e β_2 estiverem disponíveis.
- O modelo logit supõe que o log da razão de probabilidades se relaciona linearmente com X_i .

6.3 Modelos em Neuroeconomia

6.3.1 Questões Gerais

Nos últimos anos se viu o crescimento substancial da Neuroeconomia em todos os âmbitos, mas principalmente no que diz respeito ao número de estudos levados a cabo com o tema da Neuroeconomia. O número de artigos contendo a palavra Neuroeconomia cresceu de praticamente zero em 2000 para cerca de 900 por ano em 2009 e 2010. A grande mídia encontrou no conceito de Neuroeconomia um tema fascinante para seus debates em artigos dos seus principais jornais e revistas (ver Dean, 2012, p. 1).

Com o advento da Neuroeconomia fica em evidência a busca por soluções em termos de criação de modelos económicos. É possível encontrar uma gama de dados com as técnicas de

pesquisas cerebrais, por exemplo, os dados gerados com a Rmf, o EEG, o *Eye Tracking*, o *Face Reading*, entre outros. Apesar disto ainda poucos avanços em termos de modelagem neuroeconómica foram possíveis de apresentação (ver Dean, 2012, p. 2). Com efeito, a Neuroeconomia tem um enorme potencial que será com certeza efectivado assim que uma linguagem conceptual seja demarcada e se crie um corpo metodológico estruturado e comum aos diversos desenvolvimentos nesta área.

Autores como Glimcher (2003), Camerer, Loewenstein e Prelec (2005) têm promovido a Neuroeconomia a um patamar elevado, graças à considerável investigação nesta área, nomeadamente através da aplicação de técnicas que propiciam resultados interessantes.

Mas antes de mais, reflectamos sobre o conceito de modelo. Devido à enorme complexidade do mundo real, os economistas para sintetizar suas análises e “ampliar” sua capacidade analítica desenvolveram representações da realidade utilizando para isso diversas suposições. Segundo Sandroni (2007, p. 558) os modelos primam por expor somente as variáveis mais importantes.

A busca por modelos Neuroeconómicos não consiste de forma alguma em uma tarefa fácil. A sua estrutura é formada pela complexidade analítica, em que a maior parte dos modelos deriva de variáveis latentes. Além disso, a Neuroeconomia é uma ferramenta interdisciplinar (ver Dean, 2012, p. 2). Realmente as críticas são bem fundamentadas e devem ser respeitadas. Afinal, estudar o cérebro é muito complexo, sendo as variáveis como a correlação entre activações de determinadas áreas e os resultados económicos, por exemplo, variáveis latentes. O carácter multidisciplinar da Neuroeconomia está bem patente na questão de decidir qual/quais dos valores se deverá/deverão escolher considerando as diversas ciências que são chamadas a dar apoio, isto é, os da neurociência, os da economia, os da psicologia, os da biologia, e assim por diante.

Algumas propostas têm sido levadas a cabo. É o caso, por exemplo, dos modelos baseados em axiomas (ver Dean, 2012, p. 40 e Caplin e Dean, 2007, p. 1). Os modelos axiomáticos têm, com efeito, sido defendidos por alguns autores. Permitem por exemplo a definição de variáveis que não podem diretamente ser observadas na realidade; possibilitam a identificação dos valores específicos de variáveis compostas através de variáveis observadas, típicas da Neuroeconomia. De acordo com Caplin e Dean (2007) a principal inovação resultante do desenvolvimento da Neuroeconomia tem a ver precisamente com utilização da metodologia axiomática *standard* a esta área pouco estandardizada. Esta utilização permite com efeito eliminar qualquer confusão de linguagem definindo diretamente para o efeito os conceitos em

termos das “contrapartes empíricas” (ver Caplin e Dean, 2007).

Tentemos esclarecer a noção de axioma neste contexto. Os axiomas são proposições apriorísticas sobre um objeto de estudo. Um bom exemplo é o(s) axioma(s) da preferência, que serve(m) de base para a formação da demanda do consumidor. Os consumidores agiriam racionalmente e de acordo com certos axiomas que, combinados, formam a teoria do comportamento do consumidor. Por exemplo, o axioma chamado axioma da completude⁷ refere que o consumidor indica todas as suas combinações de bens com base em suas preferências (ver Sandroni, 2007, p. 54). Um exemplo interessante - porque tem a ver com as nossas noções primárias da contagem e operações elementares - vem da matemática. Este exemplo diz respeito aos axiomas de Peano (ou dos números naturais), que passamos a enumerar:

- Zero é um número;
- Se a é um número, então seu sucessor é um número chamado $S(a)$;
- Zero não é o sucessor de um número;
- Não existem dois números com o mesmo sucessor;
- Se uma propriedade é verificada por zero, e sendo verificada por um número é também verificada pelo seu sucessor, então todos os números verificam essa propriedade.

6.3.2 Um Modelo para o Sistema Dopaminérgico

Em Neuroeconomia, devido ao complexo sistema que envolve o funcionamento do cérebro conducente à tomada de decisões, os modelos que são baseados em axiomas têm-se apresentado como uma boa opção para o desenvolvimento de pesquisas nesta área. Entretanto ainda é cedo para saber sobre as possibilidades reais deste tipo de metodologia.

Veja-se a propósito desta problemática, um exemplo muito interessante sobre o método axiomático aplicado num estudo sobre o sistema dopaminérgico que permite proceder a uma análise das várias situações resultantes de pesquisa neste campo. Alguns estudos em Neuroeconomia permitem relacionar a liberação de dopamina aquando da existência de estímulos externos, isto é, o facto de que, ao esperar a recompensa proporcionada por um estímulo, também é liberada dopamina no organismo. Para Caplin e Dean (2007, p. 17) essa abordagem, ao fornecer evidências convincentes de que a dopamina é digna de um estudo mais aprofundado, não é, no entanto, a melhor maneira de testar a hipótese dopaminérgica.

⁷ *Completeness.*

Para o comprovar, os autores aplicaram o que chamam de “modelos axiomáticos em Neuroeconomia”. Para descrever o modelo de RPE (*Reward Prediction Error*) e sua base axiomática, definem alguns termos-base como:

- Prémio: Uma das recompensas que o tomador de decisões pode receber quando a incerteza é resolvida.
- Loteria: A distribuição de probabilidade dos prémios.
- Espaço de Resultados: O conjunto de prémios que se pode, potencialmente, receber a partir de um sorteio e respectivas probabilidades.

Chama-se Loteria Degenerada à loteria com uma probabilidade de 100% de ganhar um único prémio.

Caplin e Dean (2007) desenvolvem a hipótese de DRPE (*Dopamine Reward Prediction Error*) para uma situação para a qual as probabilidades são objectivas e as respostas dopaminérgicas resultam de realizações de loterias sobre os prémios finais.

Para modelar uma situação como a que pretendemos analisar, os autores consideram um cenário em que um determinado agente é dotado ou escolhe uma loteria específica para a qual há um prémio em jogo. O ato inicial de escolha entre loterias é observado assim como a resposta dopaminérgica quando o prémio sai. A definição 1 estabelece os vários conjuntos de prémio e loteria estudados no modelo assim como a medida idealizada da taxa de resposta de dopamina.

Temos então:

Definição 1

O conjunto de prémios é um espaço métrico compacto^{8,9} Z com elemento genérico $z \in Z$. O conjunto de todas as loterias simples (loterias com espaço de resultados finito) mais Z é denotada Λ , com elemento genérico $p \in \Lambda$. Definimos $e_z \in \Lambda$ como a loteria degenerada que atribui probabilidade 1 para um prémio $z \in Z$ e o conjunto $\Lambda(z)$ o conjunto de todas as loterias com prémio z no seu espaço de resultados,

⁸Chama-se espaço métrico a um espaço matemático em que está definida uma distância d com as seguintes propriedades:

- $d(z,z)=0$
- $d(z,w)=d(w,z)$
- $d(z,w) \leq d(z,x) + d(x,w)$ (desigualdade triangular),
quaisquer que sejam x,w,z pertencentes ao espaço.

⁹Um espaço matemático diz-se compacto se qualquer sucessão infinita de pontos do espaço pode eventualmente tornar-se arbitrariamente próxima de algum elemento do espaço.

$$\Lambda(z) = \{p \in \Lambda \mid p_z > 0\} \quad (38). \blacksquare$$

A função $\delta(z, p)$ definida em $M = \{(z, p) \mid z \in Z, p \in \Lambda(z)\}$ identifica a função do órgão relativamente à liberação de dopamina, $\delta: M \rightarrow \mathbb{R}$. A função δ corresponde à função de resposta de dopamina¹⁰ idealizada (DRF).

A hipótese de erro de previsão de recompensa dopaminérgica (DRPE) depende da existência de uma função para definir a recompensa “esperada” e a “experimentada” associadas ao recebimento de cada possível prémio de qualquer loteria dada. Supondo, como é óbvio, que a recompensa esperada de uma loteria degenerada é igual à recompensa experimentada desse prémio, o que se procura é uma função de recompensa dopaminérgica $r: \Lambda \rightarrow \mathbb{R}$, que define tanto a recompensa esperada associada a cada loteria como a recompensa experimentada associada a cada prémio. Um pressuposto básico é que esta função de recompensa contém toda a informação que determina a liberação de dopamina.

Definição 2

Uma função $r: \Lambda \rightarrow \mathbb{R}$ representa integralmente uma função DRF $\delta: M \rightarrow \mathbb{R}$ se existe uma função $E: r(Z) \times r(\Lambda) \rightarrow \mathbb{R}$, tal que, dado $(z, p) \in M$, $\delta(z, p) = E(r(e_z), r(p))$, em que $r(Z)$ representa todos os valores $r(e_z)$ ao longo das loterias degeneradas, e $r(\Lambda)$ identifica o intervalo que percorre todas as loterias. Neste caso, diz-se que r e E representam o DRF. ■

A função de “loteria degenerada” é¹¹,

$$r(Z) = \{r(p) \in \mathbb{R} \mid p = e_z, z \in Z\} \quad (39).$$

Mais detalhadamente,

Definição 3

A função de liberação de dopamina $\delta: M \rightarrow \mathbb{R}$, admite um erro de previsão de recompensa dopaminérgica (DRPE) se existe uma função de recompensa $r: \Lambda \rightarrow \mathbb{R}$ e uma função $E: r(Z) \times r(\Lambda) \rightarrow \mathbb{R}$ que

- Representem a DRF:

$$(z, p) \in M \implies \delta(z, p) = E(r(e_z), r(p)) \quad (40).$$

- Respeitem o domínio dopaminérgico:

¹⁰ DRF - *dopamine response function*.

¹¹ Em Matemática é designada função indicatriz.

E é estritamente crescente em seu primeiro argumento e estritamente decrescente em seu segundo argumento.

- Satisfizerem a propriedade da constância da surpresa:

$$x, y \in r(Z) \Rightarrow E(x, x) = E(y, y) \quad (41). \blacksquare$$

Há 3 axiomas que, numa abordagem de bom senso, são necessários para que $\delta: M \rightarrow \mathbb{R}$ admita um DRPE:

- O primeiro assegura a coerência entre as respostas dopaminérgicas e os prêmios: se um prémio é uma surpresa mais positiva do que outro, quando recebido de alguma loteria, então isso acontece para qualquer outra loteria,
- O segundo é uma condição análoga no que diz respeito às loterias: se um resultado z conduz a uma maior liberação de dopamina quanto obtido de uma dada loteria do que de alguma outra loteria, o mesmo deve ser verdadeiro para qualquer outro resultado que esteja no espaço de resultados de ambas as loterias,
- O terceiro caracteriza a função de dopamina como tendo valor equivalente ao longo da bissetriz dos quadrantes ímpares,

que são:

Axioma 1 (A_1 : Coerência de Dominância de Prémio)

$$(z, p), (z', p'), (z', p), (z, p') \in M \Rightarrow (\delta(z, p) > \delta(z', p) \Rightarrow \delta(z, p') > \delta(z', p')) \quad (42). \blacksquare$$

Axioma 2 (A_2 : Coerência de Dominância de Loteria)

$$(z, p), (z', p'), (z', p), (z, p') \in M \Rightarrow (\delta(z, p) > \delta(z, p') \Rightarrow \delta(z', p) > \delta(z', p')) \quad (43). \blacksquare$$

Axioma 3 (A_3 : Equivalência da Não Surpresa)

$$z, z' \in Z \Rightarrow \delta(z', e_{z'}) = \delta(z, e_z) \quad (44). \blacksquare$$

Embora necessários, os 3 axiomas referidos não são suficientes para uma representação da DRPE, devido ao facto de o domínio da função dopamina diferir ao longo do espaço dos prémios. Estas diferenças de domínio permitem que A_1 , A_2 e A_3 sejam consistentes com os ciclos de aparente dominância dopaminérgica, e com outras condições inconsistentes com o DRPE (ver Caplin e Dean, 2007). Nesse artigo, os autores referem que as seguintes condições de continuidade são suficientes para estabelecer a viabilidade da representação:

Axioma 4 (A_4 : Continuidade Uniforme)

A função $\delta: M \rightarrow \mathbb{R}$ é uniformemente contínua na topologia adequada. ■

Axioma 5 (A_5 : Separação)

$$\delta(z, p) \neq \delta(z', p) \Rightarrow \inf_{\{p' \in \Lambda; (z, p'), (z', p') \in M\}} |\delta(z, p') - \delta(z', p')| > 0 \quad (45). \blacksquare$$

Teorema

Se se verificam A_4 e A_5 , a DRF $\delta: M \rightarrow \mathbb{R}$ admite uma representação DRPE se e só se satisfaz A_1 , A_2 e A_3 . ■

6.3.3 Neuroprobabilidade

Andrade *et al* (2013) apresentam um modelo na área da Teoria da Probabilidade, cuja chave é o conceito de neuroprobabilidade. Este conceito tem a ver com o modo como se forma e interpreta a probabilidade, não necessariamente através da colecção e tratamento de dados mas também através de estímulos interpretados pelo cérebro em situações análogas às da Neuroeconomia.

O modelo é ilustrado e desenvolvido tendo por base os processos de decisão usuais nos tribunais, sobretudo dependentes da formação de convicção e não apenas da interpretação das evidências.

Começamos então por ver os fundamentos da Teoria Matemática da Probabilidade.

A teoria das probabilidades é uma poderosa ferramenta para modelar o comportamento humano, racional, neste contexto. Assim, é importante apresentar as suas bases. Considerando uma transcrição - em linguagem comum - da construção teórica de Kolmogorov (1956), é usual considerar o espaço de probabilidade (Ω, \mathcal{A}, P) em que

- Ω é um espaço fundamental não vazio - geralmente denominado espaço de resultados - composto por acontecimentos elementares $w_i \in \Omega$;
- \mathcal{A} é uma família de subconjuntos Ω não vazios, fechado para as usuais operações Booleanas. Estes conjuntos $\{A \in \mathcal{A}\}$ são entidades para as quais é possível associar um número real não negativo, i. e., uma probabilidade;
- P é uma função aditiva cujo domínio é \mathcal{A} , tal que:

$$\text{Se } A \cap B = \emptyset \text{ então } P(A \cup B) = P(A) + P(B).$$

Kolmogorov (1956) também generalizou a propriedade aditiva para espaços não finitos (Ω) , dotado de álgebras não-finitas (\mathcal{A}) , mas contrariamente ao que tinha sido dito ele não avançou da estrutura de álgebra para uma estrutura de σ -álgebra. Para forçar uma estrutura \mathcal{A} de

subconjuntos de Ω a serem fechados para operações de conjuntos num número não finito leva a algumas pequenas monstruosidades que o observador não é capaz de identificar.

É necessário ter algum cuidado com a generalização da propriedade aditiva para espaços não finitos, dotados de álgebras não finitas. A atitude mais comum consiste em impor a \mathcal{A} uma estrutura de σ -álgebra e substituir o último axioma de Kolmogorov pela aditividade generalizada. Na verdade, isso não foi seguido por Kolmogorov. Ele acrescentou um sexto axioma:

Axioma da Continuidade

Considerando $A_1 \supset A_2 \supset \dots \supset A_n \supset \dots$ e $\bigcap_n A_n = \emptyset$ então $\lim_n P(A_n) = 0$. ■

Kolmogorov também acrescentou o teorema:

Teorema

Se $A_1, \dots, A_n, \dots \in \mathcal{A}$ e $A_i \cap A_j = \emptyset, i \neq j$ com $A = \bigcup_{i=1}^{\infty} A_i$ então $P(A) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$ ■,

cujas demonstração resulta da aceitação do axioma de continuidade.

Tendo em conta as considerações feitas anteriormente, pode-se avançar considerando A_1, A_2, \dots, A_m uma partição finita ou não finita de Ω com

$$P(A_i) > 0, A_i \cap A_j = \emptyset, i \neq j, \bigcup_i A_i = \Omega.$$

Dado qualquer outro evento B , com $P(B) > 0$, é fácil constatar a decomposição de B como a união de conjuntos disjuntos

$$B = \bigcup_i (A_i \cap B).$$

Consequentemente, assumindo para o presente caso a aditividade da função P e a definição de probabilidade condicional, tem-se

$$P(B) = \sum_i P(A_i \cap B) = \sum_i P(B|A_i)P(A_i)$$

E então

$$P(A_i \cap B) = P(B|A_i)P(A_i) = P(A_i|B)P(B)$$

e fazendo $P(A_i|B)$ tem-se:

Teorema de Bayes (também chamado de Lei de Bayes)

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i)P(A_i)}{P(B)} = \frac{P(B|A_i)P(A_i)}{\sum_i P(B|A_i)P(A_i)} \cdot \blacksquare$$

Nota:

Considerando

$$A_i, i = 1, 2, \dots, m,$$

como m hipóteses

$$H_i, i = 1, 2, \dots, m,$$

e B como dados, sendo I a informação inicial, Jaynes (1995) apresenta o Teorema de Bayes de uma forma diferente

$$P(H_i|Data, I) = \frac{P(Data|H_i, I)P(H_i, I)}{\sum_i P(Data|H_i, I)P(H_i, I)} \quad (46).$$

Em cada caso o juiz ou júri (no caso estudado em Andrade *et al*, 2013) deve, necessariamente, tomar uma decisão - princípio de *Non Liquet*. Embora seja um problema de decisão, pode não ser entendido, estudado e resolvido através das metodologias apresentadas na teoria de decisão.

Neste contexto, em que há sempre uma decisão, não é adequado usar as “ferramentas” da teoria da decisão, que são baseadas numa abordagem utilitarista das diferentes possibilidades - embora haja também seguidores da teoria utilitarista entre os teóricos na área do Direito.

Relativamente a esta matéria, pode-se dizer que há um acordo no campo do Direito de forma que a tarefa que o juiz tem à frente seja a seguinte: encontrar uma decisão, uma solução, baseada na lei (Engisch, 2001). Perelman (1990) também afirma que a lei como realmente funciona é essencialmente um problema de decisão: o legislador deve decidir quais leis são obrigatórias numa comunidade organizada; o juiz deve decidir o que é certo em cada situação vinda a julgamento (ver Perelman, 1990). Também Larenz (1997) refere que a tarefa do juiz é determinar legalmente situações factuais que tenham ocorrido e que podem aí apenas ser imaginadas.

A Estatística imediatamente sugere uma relação quantitativa com o fenómeno em estudo. O Direito, usando a argumentação, as leis e as decisões, é levado a seguir os contornos das leis e a consciência do "decisor", apresenta por sua vez um tratamento mais qualitativo relativamente aos temas em causa. Contudo, existem interesses comuns entre a Estatística e o

Direito. Na verdade, não se pretende encontrar um algoritmo ou fórmula final para o problema em questão, mas antes procurar elementos comuns, percebendo que os problemas que ambos tratam são, muitas vezes e de muitas maneiras, idênticos. Embora as abordagens sejam diferentes, em geral o interesse comum é lidar com a interpretação de provas.

A pergunta a que o juiz tem de responder é: com a apresentação do caso, qual é a probabilidade calculada *a posteriori*, fórmula (46), dos fatos terem existido com base nas evidências apresentadas? O juiz deve avaliar as provas apresentadas e os argumentos das diferentes partes, defesa e acusação, argumentando sobre os cenários em causa. Baseado no caso exposto, usando uma análise reflexiva sobre a situação em apreço e devidamente fundamentada, nomeadamente por vezes também em sua experiência, o juiz chega a uma convicção e decide. Como é sabido, a missão do juiz é zelar pela justiça, e como tal as decisões devem ser justificadas e fundamentadas, de forma a que isso permita que toda a gente possa entender as razões subjacentes a qualquer decisão. É importante mencionar que, para realizar uma condenação, o juiz faz uso de clausulado legal e de razões com fundamentação não simplesmente baseadas em leis.

“Os interlocutores com o juiz podem basear as suas argumentações em todas as regras de direito e nos procedimentos disponíveis para o processo; e o juiz não pode recusá-los sob pena de ser acusado de violação da lei. É de acordo com as regras que o juiz deve apoiar a sua sentença, de modo a obter o consentimento de seus colegas e superiores e a opinião dos juristas, proferindo uma decisão de acordo com a Lei. É sabido que todo o sistema de lei contém não só as normas legais como um conjunto de elementos de incerteza, o que dá ao juiz liberdade suficiente e depende de ambos os elementos (normas e incerteza) a convicção interior do juiz sobre o apuramento dos factos, na qual a personalidade dos juízes sempre desempenha um papel importante, por vezes limitado mas também muitas vezes decisivo no processo de decisão e seu resultado” (ver Perelman, 1990).

Reconhecendo o poder de decisão do juiz que se manifesta através da parte subjetiva, ressalta que este poder não é arbitrário, ou seja, não é um poder despótico ou opcional, que o juiz pode usar sem controle, uma vez que todas as decisões devem ser fundamentadas. O juiz apenas se pode sentir legitimado, quando é confrontado em seu cargo (função) e consciência e quando sua decisão também se fundamenta no direito, o que significa resultar dele (ver a este propósito Engisch, 2001).

Assim, é defensável concordar que a lei opera na tomada de decisão, o que não é contrário à razão, sempre que isso seja justificado por um argumento reconhecido como válido. É

verdade que as conclusões oriundas dos argumentos poderão não ser convincentes e com isso poderem não estar de acordo com todas as convicções.

O argumento com base nas provas apresentadas pode permitir influenciar a direção da decisão, apoiada por argumentos mais convincentes, mas não é a única via em situações concretas. Outro tipo de “razões”, pode ser qualificado de “não-razões”. Um determinado estímulo pode influenciar tanto a convicção inicial do juiz ou a apreciação final, depois de conciliar essa convicção com a apreciação das provas. Aspectos culturais, preconceitos, educação, convicções podem-se juntar ou até mesmo substituir o cálculo de probabilidades e os aspectos legais na construção da decisão. E mesmo a apreciação de um número (probabilidade) pelos juízes pode diferir de uns para outros, de acordo com esses fatores.

Esse mecanismo de criação de crença pode ser interpretado como a substituição do cálculo da probabilidade pela consideração de uma probabilidade construída a partir de um neuro-estímulo: a assim chamada neuroprobabilidade.

O significado filosófico do conceito de probabilidade originou ideias muito diferentes. Consequentemente, num momento inicial, quatro principais correntes de interpretação surgiram. Em Gillies (2000), essas interpretações podem ser assim resumidas:

- Teoria de lógica - que identifica probabilidade com um razoável grau de incerteza. Considera que perante a mesma evidência todos os seres humanos (racionais) têm a mesma crença numa determinada hipótese;
- Teoria subjetiva - que identifica probabilidade com um grau de crença que cada indivíduo tem uma determinada hipótese. É permitida a diferença de opinião entre indivíduos diferentes;
- Teoria de frequência - que define probabilidade como o “limite” de proporção de sucessos numa sequência de experiências;
- Teoria de propensão - para a qual a probabilidade é uma propensão inerente dentro de um conjunto de condições repetíveis – reais ou virtuais. Entre aqueles que defendem a teoria lógica de probabilidade encontra-se John Maynard Keynes que ressaltou seu aspecto mais filosófico, para quem a probabilidade é definida como o grau de causalidade parcial (a probabilidade é o grau de acarretamento parcial). Ramsey (1903-1930) e de Finetti (1906-1985), foram os precursores das ideias relativas à teoria subjetiva da probabilidade, durante a década de 1920 e depois. A teoria frequentista inicialmente seguida por Ellis e Venn foi desenvolvida mais tarde por Reichenbach e von Mises, dois pensadores estreitamente ligados ao Círculo de

Viena. A teoria da propensão foi introduzida por Karl Popper (1902-1994) em 1957 e mais tarde desenvolvida e explicada em seus trabalhos em 1983 e 1990.

Durante a discussão histórica diferentes abordagens do conceito surgiram. No entanto uma classificação sistemática não se consolidou. O “Ecumenismo” reflecte-se na divisão do trabalho: para Frequentistas as críticas (o modelo é adequado?), para os Bayseanos a estimação (se o modelo é adequado então estime-se os parâmetros!) (ver Murteira, 1988).

Em 1994, Gillies (2000) propõe dividir as interpretações da probabilidade em objectivas e epistemológicas. As interpretações objetivas consideram a probabilidade como uma propriedade do mundo material, onde o conhecimento humano através da observação vai quantificar a incerteza, isto é, a incerteza é na natureza. As interpretações epistemológicas concebem probabilidade como relacionada com o grau de crença ou conhecimento do ser humano. Segundo esta perspectiva a probabilidade mede o grau de conhecimento ou crença de cada indivíduo, movendo-se a incerteza para o observador de perspectiva/fenómeno.

Estas duas concepções de probabilidade descrevem as abordagens racionais para a apreciação de eventos aleatórios. A ênfase aqui é sobre o que está além desta racionalidade, mesmo quando as pessoas pensam que estão a agir racionalmente. Na verdade, o ambiente - tempo, local, mental, ... - influencia o comportamento de qualquer indivíduo, não necessariamente naquilo que é chamado de “modo racional”.

Na tradição romana Janus era o Deus que deu o seu nome ao mês de Janeiro. Este Deus dos primórdios tinha dois lados em sua representação - talvez um olhando para o passado e o outro olhando para o futuro. Desde meados do século XIX, com Poisson, Cournot e Ellis, são mencionados os dois lados da probabilidade. Hacking em 1975 chama-lhes as duas faces de Janus: “...probability... is Janus-faced”. De um lado a questão é estatística, dotando-a de leis estocásticas nos jogos de sorte/azar. Por outro lado é epistemológica, avaliando graus razoáveis de crença em proposições completamente desprovidas de bases estatísticas (ver Gillies, 2000).

Esta linha de análise permite que o termo “third face of Janus” descreva a interpretação e a avaliação das probabilidades sujeitas ao neuro-estímulo, a Neuroprobabilidade, que influencia o processo de decisão.

A interpretação do conceito de probabilidade é ainda um assunto de intenso debate. Parece, no entanto, que, na essência, a grande questão reside na distinção entre interpretação objetiva e interpretação epistemológica da probabilidade.

O que se regista é que as diferentes abordagens relativas à incerteza deixam antever estas duas interpretações conflitantes. Além destas interpretações e das suas propostas consequentes em termos de comportamento deve-se considerar, neste contexto, a “terceira face de Janus” caracterizando o comportamento.

A incerteza está na natureza e a repetição é o mecanismo usado para a determinar, defendem os objetivistas. Mas se isso for aceite, de seguida, haverá todos os dias muitos problemas sem resposta, para que não se incorra em contradição. A avaliação da incerteza é garantida pelo observador da natureza numa abordagem epistemológica, que não dá uma espécie de "receita", mas abre a perspectiva de subjetividade e uma certa pluralidade de mecanismos.

Por um lado, a corrente objetivista defende a repetibilidade no que diz respeito à probabilidade, por outro, a corrente epistemológica procura estabelecer acordos na procura de um alargamento do conceito.

A escola subjetivista, rejeitando o carácter essencial da teoria frequencista, não rejeita que isso seja considerado num processo que permita “repetição” e a análise de frequências como elemento de informação no processo.

Embora esta seja uma forma tolerante de abordagem, é também uma proposta aglutinante, reconhecendo a viabilidade do processo, a análise de frequências, retirando-lhe a autonomia como corrente assim como a sua coerência. A análise de frequências pode ser, entre outros, um elemento de informação, mas mais do que isso, pode ser considerado um caso particular, que só está disponível para um número limitado de casos. Pode fornecer informações em alguns casos, e portanto pode ser incluída na sua avaliação.

A “repetição” não é fundamental para a Neuroprobabilidade. Um único estímulo pode ser determinante na construção da convicção da decisão. Embora não se rejeite, não é essencial. Este fato diferencia definitivamente este conceito de probabilidade dos outros.

Em teorias filosóficas de probabilidade, Gillies (2000) descreve várias teorias e seu significado filosófico, prosseguindo com uma proposta. Gillies (2000) defende uma visão pluralista da probabilidade e admite adotar a objetivista ou a da corrente epistemológica, dependendo do tipo de fenómeno ou processo em estudo, portanto, tentando conciliar os conceitos e suas próprias decisões práticas diárias nos mais diversos problemas.

Se se pretender tornar a probabilidade verdadeiramente um instrumento operacional nas mais diversas áreas como a dos jogos de sorte, da física, da quântica ou da área determinística, ou mesmo das ciências sociais, é importante chegar à operacionalização dos conceitos e sua relação com as metodologias específicas nas diferentes áreas de aplicação, de forma a que os

fins possam ser alcançados. Parece adequado considerar que certos fenómenos existem *per se* independentemente do observador e que outros existem apenas se observados, então por que não adoptar abordagens diferentes em diferentes situações?

A Neuroprobabilidade não pode ser considerada um conceito operacional. Só se pode influenciá-lo, tentando encontrar o neuro-estímulo adequado, havendo muitos exemplos nos discursos nas alegações finais.

As primeiras reflexões relativas ao conceito de probabilidade começaram com os jogos de sorte. Assim, permitiu-se uma abordagem mais simplificada. O surgimento de diferentes abordagens, de diferentes escolas e o debate gerado sugerem que diferentes cenários permitem abordagens diferentes. Na abordagem levada a cabo em Andrade *et al* (2013) é preferida uma perspectiva epistemológica subjetiva, mas não é rejeitado de forma alguma que para certos fenómenos possa ser seguida uma abordagem diferente. Admite-se uma atitude conciliatória ao invés de se deixar muitos problemas sem resposta. Reafirmando as duas faces de Janus para a probabilidade, é necessário considerá-las quando se menciona a probabilidade, em termos teóricos e quando dizem respeito a aplicações práticas. Mas claro que é imperativo notar que o Neuroprobabilidade está sempre presente, independente da nossa vontade. Daí considerar-se “a terceira face de Janus”.

Após termos apresentado dois modelos, um no âmbito da análise matemática, outro no âmbito da probabilidade, vamos no ponto seguinte apresentar um outro modelo, de âmbito estatístico. Desta forma, iremos usar neste momento um modelo que permite utilizar ferramentas da estatística com o objectivo de modelar o processo de tomada de decisão. Ver-se-á mais tarde que neste estudo se tenta um modelo de regressão logística em que a predição das variáveis dependentes seriam função da idade e do sexo. No entanto, resultou da aplicação do modelo que o sexo e a idade não eram boas variáveis preditivas. No final, ver-se-á como a partir quer da análise destes modelos quer das aplicações feitas é possível tirar ilações que nos permitem concluir sobre o seu interesse na explicação e da determinação de relações causa-efeito, com interesse no âmbito do estudo que estamos a levar a cabo, relativamente à área da Neuroeconomia e da sua aplicação ao sector eléctrico.

6.3.4. Modelação neuroeconómica da tomada de decisão

A Neuroeconomia tem à sua disposição ferramentas que permitem a análise das questões que dizem respeito à vertente biológica do comportamento dos decisores económicos.

Os estudos clássicos na literatura económica evidenciam que os humanos são seres capazes de otimizar seus resultados por meio de estratégias racionais aquando da interação com os objetos económicos. A teoria ortodoxa, baseada nos modelos racionais, salienta que as decisões de longo prazo propiciam a otimização das decisões.

Mas uma série de estudos nesta área realça que a emoção se constitui como uma importante componente do processo de decisão (ver Renvoisé e Morin, 2009 ou Damásio, 2010, por exemplo). Segundo Ekman (2010, p. 1), como já referimos atrás, existem basicamente sete emoções: alegria, surpresa, medo, raiva, nojo, desprezo, tristeza.

Em tese, quando um indivíduo recebe um estímulo decide de forma inconsciente entre lutar ou fugir, ver uma oportunidade ou uma ameaça, ter dor ou prazer, ter recompensa ou punição. Dependendo da situação específica, uma emoção será desencadeada, isto é: um bom ambiente teoricamente gera alegria ou surpresa positiva; uma situação negativa, nesta lógica, gera emoções negativas como raiva e nojo, por exemplo.

Para efeitos de estudo, considere-se a questão referente ao conceito de recompensa e punição. Recompensa é a reação específica de aproximação que um organismo tem perante um qualquer estímulo; punição é um estímulo específico de fuga ou renitência que um organismo vivo tem perante um estímulo.

Aproximar (gostar, aceitar, etc) e evitar (desgostar, rejeitar, etc) são duas diferentes, independentes e concomitantes avaliações efectuadas por diferentes sistemas neuronais, que influenciam qualquer tomada de decisão acerca de aceitar ou rejeitar uma dada acção, a , como adaptativa. Uma possível avaliação é a utilidade esperada $e(a)$ de a . Concomitantemente, teremos também o risco de a : $r(a)$. É importante salientar que aqui o risco é definido como medida de uma possível ameaça à sobrevivência e não como uma medida dependendo sobretudo da incerteza de um resultado. O conflito $c(a)$ sobre a decisão acerca de a é uma consequência da avaliação cumulativa de $e(a)$ e $r(a)$ e determina a utilidade $u(a)$ associada à decisão acerca de a (ver Berridge, 2003, Graeff, 2004; LeDoux, 1996; Pankseep, 1998, Rolls, 1999).

Os conflitos criados por respostas socio-emocionais e controle cognitivo em dilemas de tomada de decisão moral foram estudados por Greene *et al* (2001, 2004). Tais dilemas apresentam a seguinte estrutura:

- Uma proposição P_1 introduz uma acção utilitária social avaliada em IES (*Interpersonal Emotional Space*),

- Uma proposição P_2 descreve uma acção pessoal avaliada em PES (*Personal Emotional Space*),
- Uma questão Q estabelece o conflito pedindo ao indivíduo para decidir se P_1 é apropriado ou não no contexto introduzido por P_2 definindo uma competição entre P_1 e P_2 .

Vejamos exemplos:

O Dilema do Carro Eléctrico (The Trolley Dilemma)

P_1 - Um carro eléctrico depara-se com cinco pessoas que serão mortas se ele prosseguir no seu percurso atual.

P_2 - O único meio de as salvar é “fazer a agulha” para mudar o percurso do eléctrico para uma linha alternativa em que ele matará apenas uma pessoa em vez das cinco.

Q - Será apropriado “fazer a agulha”?

O Dilema da Ponte Pedonal (The Foot Bridge Dilemma)

P_1 - Como atrás, o carro eléctrico matará cinco pessoas.

P_2 - A não ser que se empurre um estranho para ser morto e se pare o carro eléctrico de forma a salvar aquelas cinco pessoas.

Q - Será apropriado empurrar o estranho?

Os organismos biológicos cobram imediatamente os ganhos por meio do sistema de recompensa ou punição cerebral. Com efeito, a Neuroeconomia disponibiliza ferramentas que permitem estudar a interrelação entre cognição e emoção na solução do conflito da tomada de decisão. Neste quadro, pode ser proposto que a utilidade $u(d)$ de uma tomada de decisão d seja uma função do conflito $c(P_1, P_2)$ resultante dos argumentos P_1, P_2 que sustentam d . Pode também ser assumido que $c(P_1, P_2)$ depende da utilidade esperada $e(P_i)$ de cada argumento $P_i, i = 1, 2$.

Assim, Rocha *et al* (2013) decidiram usar as ferramentas da Neuroeconomia (baseando-se em aspectos emocionais, em especial nas reações de recompensa e punição) para estudar e modelar a neurodinâmica da tomada de decisão no contexto real das eleições brasileiras. Segue-se uma apresentação do modelo proposto.

Considerando McClure *et al* (2004), citados por Rocha *et al* (2013), é possível modelar a discrepância entre preferências de curto prazo e de longo prazo, propondo que o valor

presente descontado de uma recompensa de valor u recebida com atraso t seja dado por u para $t = 0$ e por $\beta\delta^t u$ para $t > 0$, onde $0 < \beta \leq 1$ e $0 < \delta \leq 1$.

Se a actividade β puder ser melhor descrita por um determinado fenómeno ou como parte de uma curva suave de desconto que não possa ser detectada por métodos fMRI, ou por ambos, temos um problema de índole matemático de difícil solução (ver Ainslie e Moterosso, 2004). Assim, McClure *et al* (2004) propõem, numa solução de compromisso, que β seja modelada através de uma função monótona crescente do tempo, que descreve o reforço de $e(a)$, de a satisfação de n gerar m , seja atrasado, calculando-se $e(P_i)$ como

$$e(P_i) = \beta_i^{(1/k_it)} \delta_i^{n_it} \quad (47),$$

em que $\beta_i^{(1/k_it)}$ modela o benefício de P_i e $\delta_i^{n_it}$ formaliza o desconto deste benefício.

A avaliação de risco proposta quer por biólogos (ver Graef, 2003) quer por economistas e psicólogos (ver Kahneman e Tversky, 1979 ou Trepel *et al*, 2005), leva Rocha *et al* (2013) a propor que o risco $e(P_i)$ de P_i seja definido por:

$$r(P_i) = \rho_i^{k_it} \delta_i^{n_it} / \rho_i^{k_it} (1 - \rho_i)^{k_it} \quad (48).$$

em que $\rho_i^{k_it}$ modela o risco em t de P_i e $\delta_i^{n_it}$ formaliza o desconto do risco.

O conflito na tomada de decisão pode resultar de duas origens. Uma quando $e(P_i), r(P_i) \rightarrow 1$ durante a decisão acerca de $P_i, i = 1,2$ quer em IES quer em PES como é o caso da decisão de voto num referendo. A outra, quando $e(P_1), e(P_2) \rightarrow 1$ quando P_1 é assumido como uma acção social utilitária avaliada em IES e é uma acção pessoal avaliada em PES. Neste segundo caso, o conflito ($c(P_1) = e(P_2)$) é assumido como sendo dependente de $e(P_1), e(P_2)$; deve ser máximo se $e(P_1) = e(P_2)$, e deve ser medido no intervalo fechado $[0,1]$.

Desta forma,

$$c(P_1, P_2) = -(e(P_1) + e(P_2))(e_n(P_1)\log_2 e_n(P_1) + e_n(P_2)\log_2 e_n(P_2)) \quad (49). \\ e_n(P_1) = e(P_1)/(e(P_1) + e(P_2)); e_n(P_2) = e(P_2)/(e(P_1) + e(P_2))$$

Uma votação envolve tantas decisões quantos os candidatos ou alternativas. No caso de um referendo, com frequência a votação requer uma decisão sobre apoiar, $e(S)$ ou $e(N)$, ou rejeitar, $r(S)$ ou $r(N)$, cada uma das soluções alternativas: votar “Sim” ou “Não”. Nestas condições, o conflito $c(S), c(N)$ sobre votar “Sim” ou “Não” é calculado como

$$c(S) = -(e(S) + r(S))[e(S)\log_2 e(S) + r(S)\log_2 r(S)] \\ c(N) = -(e(N) + r(N))[e(N)\log_2 e(N) + r(N)\log_2 r(N)]', \quad (50)$$

O conflito aumenta a dificuldade da tomada de decisão que atinge o seu máximo em 0,5, precisamente quando $c(P_1, P_2) = 1; c(S) = 1; c(N) = 1$. Por conseguinte, calcula-se a utilidade $u(P_1|P_2)$ de decidir sobre P_1 dado P_2 da seguinte forma:

$$u(P_1|P_2) = (1 - c(P_1, P_2))/2 \quad (51),$$

Assumindo o seu valor mínimo 0,5 se $c(P_1, P_2) = 1$. Da mesma forma

$$u(Y) = (1 - c(Y)/2), u(N) = \left(1 - \frac{c(N)}{2}\right) \quad (52).$$

Assume-se que $u(P_i) > 0$ se $c(P_i) \rightarrow 0$ uma vez que uma decisão tem sempre de ser tomada de forma a evitar comprometer a eficiência da operacionalidade das acções na vida corrente.

A resolução do dilema na grelha de hipóteses de Greene é condicionada pelo tempo que o voluntário decida gastar da execução da experiência, mesmo sendo-lhe permitido usar todo o tempo de que necessite para decidir sobre a adequabilidade de P_1 dado P_2 . É assumido que o total de conflito limita a tomada de decisão a um tempo finito, para que se evite que problemas difíceis ($u(D) = 0,5$) restrinjam o indivíduo a decisões específicas, comprometendo a sua viabilidade em termos da operacionalização eficiente das suas acções.

A afectação do tempo máximo T_r para a tomada de decisão é proposta pela fórmula:

$$T_r(t) = T_r(t - 1) - \alpha_1 c \quad (53),$$

tais que a tomada de decisão deve ocorrer enquanto $T_r > 0$. Além disso, o conflito acumulado $a(t)$ é calculado como

$$a(t) = \alpha_2 a(t - 1) + c \quad (54).$$

A probabilidade $p_t(P_1|P_2)$ de decidir no momento t sobre P_1 dado P_2 é obtida da seguinte forma

$$\begin{aligned} \text{se } T_r(t) > 0 \text{ então } p_t(P_1|P_2) &= N(e(D) * a(t)) \\ \text{caso contrário } p_t(P_1|P_2) &= \alpha_3 P_{t-1}(P_1|P_2) \end{aligned} \quad (55),$$

onde α_i são constantes diferentes e n é uma função normalizadora que mantém $p_t(P_1|P_2)$ no intervalo $[0,1]$.

A decisão de votar é menos condicionada pelo tempo em virtude de o votante poder tomar a sua decisão a qualquer momento antes do Dia da Eleição. Com base nisto, é proposto que

$$v(S \text{ ou } N) = N(e(\text{Sim ou Não}) * u(\text{Sim ou Não})) \quad (56).$$

A fim de esclarecer os conceitos e a aplicabilidade deste modelo, apresentamos de seguida um experimento relativo a um referendo realizado no Brasil.

Experimento – Referendo

Em meados da década de 2000 ocorreu no Brasil um referendo nacional sobre a proibição da comercialização de armas de fogo no país. No Brasil o voto é obrigatório e a campanha eleitoral gratuita tem maior impacto na TV e na Rádio pois abrange todo o território brasileiro. O processo de campanha eleitoral decorre durante 40 dias.

No desenvolvimento da campanha, emergiram duas alianças políticas no Congresso Brasileiro, uma favorável ao SIM (proibição do comércio de armas de fogo) e outra ao NÃO (contra a proibição do comércio de armas de fogo).

No estudo levado a cabo por Rocha *et al* (2013, p. 6) apresenta-se uma descrição do experimento em questão. Foram entrevistadas 1136 pessoas, uma semana antes do referendo, com o intuito de saber dos respondentes qual é a sua intenção de voto (representada por v) e se eles poderiam mudar de opinião até ao dia da eleição. Neste caso é possível ter uma segunda opinião de voto (representada por v').

Na próxima semana, você tem que votar no referendo sobre a proibição do comércio de armas de fogo no país. Selecione uma ou mais das seguintes opções para melhor descrever a sua opinião sobre a proibição do comércio de armas de fogo no Brasil.	
1. Eu certamente vou votar SIM (CS), 2. Provavelmente vou votar SIM (PS), 3. Certamente eu não vou votar SIM (NS), 4. Eu ainda não decidi o meu voto (ND), 5. Certamente eu não vou votar NÃO (NN), 6. Provavelmente vou votar NÃO (PN), 7. Eu certamente vou votar NÃO (CN).	8. Eu certamente vou votar SIM (CS), 9. Provavelmente vou votar SIM (PS), 10. Certamente eu não vou votar SIM (NS), 11. Eu ainda não decidi o meu voto (ND), 12. Certamente eu não vou votar NÃO (NN), 13. Provavelmente vou votar NÃO (PN), 14. Eu certamente vou votar NÃO (CN).
Primeira opção: Votar v .	Segunda opção: Votar v' .

Resultados

A tabela 1 mostra as percentagens observadas para cada tipo de resposta. Considerando os votos “possíveis” e “certos”, o estudo mostra existir um equilíbrio entre os votos SIM e NÃO, o que se deve à semelhança dos valores das probabilidade entre $p(S)$ de votar SIM e $p(N)$ de votar NÃO, calculadas a partir dos que responderam v . Vejamos:

$$\begin{aligned} p(S) &= p(CS) + p(PS) = 25\% + 7\% = 32\%, \\ p(N) &= p(CN) + p(PN) = 26\% + 8\% = 34\% \end{aligned} \quad (57).$$

No entanto 14% dos voluntários forneceram uma segunda opinião mostrando que eles podem mudar de ideias no dia da eleição (voto v' na tabela 1). Levando em conta uma possível migração de votos, as percentagens de voto final são $p''(S)$ e $p''(N)$, sendo calculadas na coluna v'' na tabela 1. Sendo

$$p''(S) = p(CS) + p(PS) = 31\% \text{ e } p''(N) = p(PN) = 44\% \quad (58),$$

apontando para a mesma vitória do voto em NÃO no dia da eleição.

Tabela 1. Dados do Inquérito

VOTO			
	v	v'	v''
p(CY)	0,25	0,03	0,26
p(PY)	0,07	0,01	0,05
p(NY)	0,10	0,00	0,06
p(ND)	0,19	0,00	0,17
p(NN)	0,04	0,01	0,007
p(PN)	0,06	0,04	0,10
p(CN)	0,28	0,05	0,35
	1,00	0,14	1,00

Fonte: Rocha *et al* (2013, p. 10).

Considere-se que os votos possíveis e “certos” fornecem uma medida de aceitação do voto $e(S \text{ ou } N)$ de tal forma que:

$$e(S) = (p(S) / (p(S) + p(PN))) \text{ e } e(vN) = (p(N) / (p(S) + p(PN))) \quad (59).$$

A análise da possível migração de voto mostrou que quem votou “Certamente eu não vou votar SIM (NS)” migrou para voto NÃO enquanto que quem votou “Certamente eu não vou votar NÃO (NN)” migrou para o voto SIM. Além disso, alguns voluntários que votaram em “Eu ainda não decidi o meu voto (ND)” migraram para o voto NÃO. A probabilidade de p(NS) decresceu de 10% para 6%, p(NN) mudou de 6% para 0,7% e p(ND) baixou de 19% para 17%. Neste contexto, propõe-se que a rejeição de $r(S \text{ ou } N)$ é dependente de p(NS), p(NN) e p(ND) de tal forma que:

$$\begin{aligned} r(S) &= (p(NS) / (p(NS) + p(NN) + p(ND))) e \\ r(N) &= (p(NN) / (p(NS) + p(PNN) + p(ND))) \end{aligned} \quad (60).$$

A aceitação $e(N)$ de votar NÃO foi muito semelhante ao que se encontrou em $e(S)$ de votar SIM quando v é considerado, mas após a migração, $e(N)$ torna-se maior que $e(S)$. A rejeição $r(S)$ de votar SIM foi maior que a de $r(N)$ de votar NÃO, mesmo depois da migração de votos. Note-se que enquanto que $r(N)$ apresenta uma redução considerável, $r(S)$ manteve-se praticamente igual.

Antes da campanha eleitoral começar em Agosto de 2006, 76% dos brasileiros já se interessavam pelo o referendo e 80% declararam votar SIM (ver Datafolha, 2005, citado por Rocha, 2013, p. 11). Embora a campanha não tenha atraído muita atenção, as pessoas começaram a discutir o referendo com os pais (37%) e amigos (27%) (ver IBOPE, 2005, citado por Rocha, 2013, p.11). Com a aproximação do dia da eleição, muitos votantes mudaram de opinião e a quase certa vitória do SIM resvalou para uma derrota do SIM. O resultado final do referendo foi NÃO=67% e SIM= 33%. A alta rejeição do SIM calculada acima, a partir dos dados da pesquisa, pode explicar a alta migração de votos à medida que o dia da eleição se aproximava.

Foram aqui usados os dados de aceitação e rejeição para calcular $c(S)$ e $c(N)$, usando a equação 50 e as equações 52 e 55 para calcular as probabilidades de decisão de voto Sim e Não $v_m(S)$ e $v_m(N)$ para as duas situações: a intenção v declarada e a votação migrada v'' .

A previsão da decisão de voto foi calculada a partir da aceitação de voto (equação 56) e das equações 57 e 58 e da equação 54.

Os resultados obtidos estão muito próximos dos observados no referendo.

PARTE II

7. Características do Sector Energético no Brasil

7.1 A Neuroeconomia e o sector eléctrico

O sector eléctrico assim como todos os sectores da economia é formado por tomadores de decisões. Os tomadores de decisões são pessoas, logo a Neuroeconomia, que estuda o cérebro das pessoas em situações económicas poderá representar a melhor forma de estudar o processo de tomada de decisão.

Evidentemente a tomada de decisão nesta área da economia consigna eventuais externalidades negativas de grande magnitude e não pode ser comparada com decisões como as que as pessoas tomam no quotidiano, como a compra de um par de sapatos ou de um carro. As decisões relativas ao modal de energia, por exemplo, podem impactar directamente de forma significativa no futuro socioeconómico de uma comunidade. Portanto são decisões que afectam muitas pessoas e o meio ambiente como um todo.

Mas graças à evolução e ao instinto de defesa que desenvolvemos ao longo do processo de evolução enquanto espécie, não sentimos a mesma preocupação quando decidimos para terceiros. Quando decidimos para nós mesmos os sentidos e os efeitos decorrentes dos sentimentos de emoção e todos os demais processos cerebrais, entre eles o sistema automático derivado do cérebro reptiliano, são ativados de forma muito mais intensa comparativamente com quando uma decisão é tomada, envolvendo terceiros ou envolvendo-nos de forma mais relativa e menos directa.

Há contudo um factor preocupante relativo ao viés existente na capacidade de os agentes económicos serem racionais, mesmo envolvendo terceiros no processo. Como relatado anteriormente, tal facto deriva do processo de evolução humana, pois o cérebro humano evoluiu vagarosamente nos últimos anos enquanto a cultura moderna muda a cada instante. Portanto seria impossível para o cérebro acompanhar o volume e o formato das decisões actuais. Afinal, este órgão ainda é produzido para responder a questões da antiguidade na “savana africana”. Desta forma, decisões como as relativas a problemas como “inundar ou não uma área de 3000 metros”; “investir bilhões em qual modal de energia”; “quais as políticas sociais que melhor se enquadram para o consumo e para a produção de energia”; entre outras questões resultam em decisões que parecem ser particularmente mais complexas. Entretanto, o cérebro resolve estas questões de forma tão eficiente quanto na hora de escolher um par de ténis.

Portanto, problemas relativos à tomada de decisão existem e são complexos. Tendo isso como

pano de fundo e o problema aqui estudado, deve-se tentar entender o processo e depois com o suporte das técnicas neuroeconómicas, procurar entender o próprio mercado das energias renováveis brasileiro aqui em estudo.

7.2 A Energia Eléctrica como Causa da Riqueza das Nações

Um país, assim como uma empresa ou uma pessoa, depende de um factor para construir sua riqueza durante a vida: a energia. Seguindo um raciocínio amplo, é a energia eléctrica que permite aos agentes económicos produzir bens e serviços. Ela permite também a criação de valor na economia pelos agentes económicos, por meio de novas combinações e pela manutenção dos fluxos da economia.

Produzir bens e serviços para “satisfação das necessidades e desejos” das pessoas é a essência do sistema capitalista. Porém algumas vezes os custos socio-ambientais para tais situações são altos demais para serem pagos por todos.

Teoricamente, cada firma toma suas decisões acerca de quanto deve produzir com base em quanto se espera receber por esse produto. Logicamente, se as firmas consideram o valor esperado como base determinante para combinarem recursos para produzir um bem ou serviço qualquer que seja, outras variáveis também influem nessa decisão. Frequentemente há situações, por exemplo, em que o valor daquilo que as firmas acreditam ser o valor justo na venda de seus produtos e serviços não corresponde ao valor que os clientes acham que vale o produto ou serviço ofertado pela empresa no mercado. Um caso concreto no Brasil é o que decorre da produção de energia eléctrica, em que vários projectos referentes a fontes alternativas de energia têm sido sistematicamente deixados de lado por conta de resultados negativos em testes e aplicações práticas decorrentes de uma diferença entre aquilo que as empresas entregam e a reacção dos consumidores decorrente da entrega desse produto, a energia.

Contudo, o direito à energia é um direito de todos os cidadãos brasileiros. Além disso, a energia é, incontestavelmente, um factor essencial para o crescimento e desenvolvimento económico. Vale lembrar pois que muitas vezes os agentes poderão não saber valorizar devidamente o que querem até que lhes sejam apresentadas alternativas. Desta forma, a energia é um direito que deve ser garantido pelo Governo ou por qualquer outra entidade representativa do poder social.

A energia eléctrica permite ao homem passar do campo das necessidades básicas e das ideias para a inovação, para a invenção. Gera produtos inovadores que entram em contacto com o

velho mundo em que se observa o *status quo*. Este processo culmina com a geração de valor na economia, que somente é garantido com a quebra de paradigmas. Portanto, sem energia, não há inovação, crescimento económico, nem tampouco, desenvolvimento económico.

Não é demais afirmar que a “causa da riqueza das nações” é a capacidade que um país possui de gerar energia eléctrica para a produção de mercadorias. Contudo, o cérebro evoluiu sabiamente no sentido de fazer com que um indivíduo reaja no curtíssimo prazo. Isto, sem dúvida alguma, pode sabotar situações em que seja necessário decidir tendo por base ganhos decorrentes de um plano de longo prazo, ainda mais no que se refere a um produto subjetivo como é o caso da energia eléctrica. Consequentemente isto pode atrapalhar com efeito o já complicado processo de garantia de energia a todos os cidadãos do Brasil.

7.3 Um Breve Histórico do Mercado da Energia Brasileiro

Como se pode constatar facilmente, a energia é um assunto de extrema importância para os agentes económicos e se mostra igualmente importante para a sociedade como um todo. Recentemente o debate sobre a importância da energia teve um significativo impulso neste país, que é um dos países com maior potencial no mundo. Com efeito, no Brasil, a evolução do processo de energização se deu a passos lentos no passado não tendo em conta todo o potencial que o Brasil tem, sendo que os passos dados sempre se mostraram de alguma forma exequíveis e até em geral definitivos.

Desde a Revolução Industrial o acesso à energia passou a ser considerado sinónimo de desenvolvimento económico. Contudo poucos estudos apresentam as variáveis relacionadas com a localização e a dimensão dos recursos energéticos com o intuito de canalizar a produção entre os principais produtores e os consumidores.

Para ilustrar de forma sistemática o processo de desenvolvimento do mercado de energia no Brasil apresentar-se-á nesta altura uma breve contextualização acerca da história da energia no Brasil.

No início do período monárquico o Brasil contava com uma população de aproximadamente três milhões e meio de habitantes, em que grande parte era constituinte da força de trabalho escrava. O principal meio de geração de energia era a queima de madeira que ainda hoje se apresenta como alternativa para as populações ribeirinhas da Amazônia. Além da madeira, se tinha a tracção animal, a força dos ventos para a navegação oceânica e ribeirinha (ver Sanches, 2011, p. 40).

Já no reinado de D. Pedro II (1840-1889) o café se tornou o principal produto para a

exportação; a indústria açucareira da Região Nordeste enfrentava sua pior crise; havia uma alta cíclica do algodão; havia um surto industrial ocasionado por investimentos directos da Inglaterra com a lei Eusébio de Queirós (1853)¹, que bancou boa parte dos investimentos produtivos daquela época, evidentemente com o fim de fazer valer sua vontade (ver Sanches, 2011, p. 41).

Segundo Sanches (2011, p. 42), depois disto uma série de acontecimentos se apresentam de forma cronológica na introdução da energia eléctrica no Brasil. Vejamos alguns:

- Em 1879, da Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II (actual Estrada Central do Brasil) é construída a primeira instalação eléctrica do Brasil;
- Em 1881 foi instalada a primeira iluminação pública do país pela Directoria Geral dos Telégrafos, na cidade do Rio de Janeiro.
- Depois disso, em 1883 foi construída a primeira hidroeléctrica do país, na cidade de Diamantina (Estado de Minas Gerais); neste mesmo ano construíram-se as primeiras redes eléctricas, em Niterói e Campos (no Estado do Rio de Janeiro).

Com a instituição da República ocorreu a descentralização administrativa. Com a introdução dos equipamentos eléctricos ocorreu a substituição da iluminação pública que antes era baseada na energia a gás, para a nova matriz energética (ver Sanches, 2011, p. 43).

No século de 1900 ocorreu mais uma troca de matriz energética. O governo do Presidente Rodrigues Alves ordenou a substituição do petróleo pelo álcool nos trens brasileiros. Entretanto não se tratava de uma premonição (referindo-se ao pró-álcool que viria a ser implantado anos depois) do presidente Alves, mas sim, a necessidade de equilibrar a Balança Comercial.

Naquele tempo a energia não era encarada como factor determinante para a produção industrial. Era considerada uma actividade meio, correlacionada com a iluminação pública ou como insumo para o transporte.

O Governo do Presidente Rodrigues Alves ficou conhecido como aquele que ordenou a substituição do petróleo por álcool nos trens brasileiros, quase 70 anos do maior programa de incentivo à produção de álcool combustível do Brasil (o programa Pró-álcool).

Entretanto, os historiadores sustentam que o mercado energético brasileiro surgiu de melhoramentos urbanos como a iluminação pública, o tratamento do esgoto, distribuição de

¹ A lei Eusébio de Queirós aprovada em 4 de setembro de 1850, proibia o tráfico de escravos entre África e Brasil (ver http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_Eusébio_de_Quirós, 2012).

água ou para servir de insumo para o transporte.

Em 1904, a empresa canadense *Light* se instalou no Rio de Janeiro. Isto provocou uma revolução tecnológica na nascente indústria energética brasileira.

O período entre 1934 a 1946 ficou conhecido como “Federalização”. Com o advento da 2ª Guerra Mundial (1939-1945) o Governo passou a concentrar o poder político e económico em suas mãos. Um dos efeitos foi o aumento da fiscalização energética em todos os segmentos. Tal acção previa uma redução dos custos da energia a lenha, que era uma das bases da crescente economia do “café”. O inevitável processo de industrialização determinou uma regulação estatal mais robusta e estruturada. Desta forma, o Decreto n. 23.793, de 23 de Janeiro de 1934, que aprovou o Código Florestal, nasceu com o objetivo de regular e fiscalizar o fornecimento de lenha para o desenvolvimento urbano.

Uma nova política de expansão da indústria de eletricidade, apoiada na iniciativa estatal, foi implantada a partir de 1948, com a instalação a 15 de março desse ano, da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf), empresa de economia mista, que teve um papel pioneiro no setor de energia eléctrica. A ela se seguiram várias outras empresas em cada uma das unidades da federação: a Cemig, em Minas Gerais, a Uselpa e a Cherp (incorporadas depois na Cesp) em São Paulo, a Copel, no Paraná, Furnas na região Centro-Sul, etc.

O passo seguinte de enorme importância no programa de expansão da indústria de eletricidade no Brasil foi dado com a Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.), criada pela lei n. 3890-A, de 25 de abril de 1961, e instalada em junho de 1962. Sob a jurisdição do Ministério de Minas e Energia, é responsável pela execução da política de energia eléctrica no país. Opera como empresa holding, através de quatro subsidiárias de âmbito regional: a Eletronorte (Centrais Elétricas do Norte S.A.) na região Norte; Chesf (Companhias Hidrelétricas do São Francisco S.A.) na região Nordeste; Furnas (Furnas Centrais Elétricas S.A.) na região Sul. Em todos os estados, é associada a companhias que geralmente pertencem aos Governos Estaduais. Em janeiro de 1978, a Eletrobrás adquiriu o controle acionário do grupo Light, pagando US\$ 380 milhões.

Em 1968, a Eletrobrás celebrou convénio com a Comissão Nacional de Energia Nuclear para a construção da primeira usina nuclear no Brasil, Itaorna, Angra dos Reis - RJ, com a capacidade de 627 MW, e que em meados dos anos 80 estava em fase de testes. O acordo nuclear com a R. F. A, em 1975, assinalou novas e ambiciosas metas do Brasil, neste setor, estimuladas pela crise mundial do petróleo. No total da produção hidrelétrica brasileira, teve papel relevante, quando completada a usina de Itaipu, construída em convénio com o

Paraguai, com potência instalada de 12.600 MW.

Em 1995, estimava-se o potencial hidrelétrico brasileiro em mais de 250 mil MW e a produção se encontrava na casa dos 55512 MW de energia eléctrica. Desse total, 50687 MW (91,3%) eram obtidos em usinas hidrelétricas e 4825 MW (8,7%) em termelétricas.

As principais oportunidades de negócios no mercado de energia eléctrica nacional estão ligadas à oferta de novos empreendimentos de geração para exploração pela iniciativa privada e à construção de linhas de transmissão, bem como à privatização de ativos de sistemas de distribuição e de geração. Outro foco se concentra na universalização do atendimento às comunidades isoladas da Região Norte do País e ao meio rural^{2,3}.

7.4 Organização do sector energético brasileiro

7.4.1 Agências Reguladoras

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) - A Agência Nacional de Energia Elétrica foi instalada em 1997 com a missão de proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento do mercado com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade. Vinculada ao Ministério de Minas e Energia, mas não subordinada a ele, a autarquia regula e fiscaliza toda a cadeia produtiva do setor, desde a geração até à comercialização de energia.

Dentre suas atribuições estão a de garantir uma tarifa justa para o mercado e a de zelar pela qualidade do serviço. A Aneel também atende às reclamações de consumidores, medeia os conflitos de interesses e concede e autoriza instalações e serviços de energia em todo o País. Para assegurar a universalização do serviço, a agência exige investimentos e estabelece metas, utilizando uma sistemática de áreas nas quais o atendimento de novas ligações deverá ser realizado sem ônus para o solicitante.

A Aneel é administrada por uma diretoria colegiada, formada pelo diretor-geral e por outros quatro executivos. Os dirigentes cumprem mandatos de quatro anos, após terem seus nomes indicados pelo Presidente da República e aprovados pelo Senado Federal. As funções executivas e técnicas da agência estão a cargo de 20 superintendências⁴.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) - A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis é desde que foi instalada, em 1998, a entidade reguladora e fiscalizadora da produção e distribuição de combustíveis no País. É uma

² Capítulo resumido de Sanches (2011, pp. 40-47).

³ Ver <http://www.escelsa.com.br/aescelsa/historia-ee-brasil.asp>.

⁴ Ver site da aneel (<http://www.aneel.gov.br>).

autarquia vinculada ao Ministério das Minas e Energia, mas de atuação autônoma e independente.

A ANP é responsável pela aplicação da política nacional para o setor, baseada na Lei do Petróleo, de 1997. Sua missão principal é desenvolver a cadeia produtiva, promovendo investimentos e aperfeiçoamento tecnológico da indústria.

São atribuições da agência:

- encabeçar estudos geológicos para identificação de potencial de exploração petrolífera;
- realizar licitações para exploração, desenvolvimento e produção de óleo e gás;
- calcular a parcela da receita que cabe a municípios, Estados e à União na exploração de petróleo;
- acompanhar a evolução dos preços dos combustíveis e comunicar aos órgãos de defesa da concorrência eventuais infrações; e
- autorizar e fiscalizar atividades ligadas às cadeias produtivas de todos os tipos de combustíveis (incluindo o etanol)⁵.

A ANP é conduzida por uma diretoria colegiada com cinco membros (incluindo seu diretor-geral) que cumprem mandatos de quatro anos. Seus nomes são indicados pelo Presidente da República e submetidos à aprovação do Senado Federal.

7.4.2 Poder Executivo

- **Ministério de Minas e Energia (MME)** - O Ministério de Minas e Energia foi criado em 1960, com o objetivo de propor e executar políticas energéticas e de exploração e de uso dos recursos minerais do País. Até então, essas atribuições ficavam a cargo do Ministério da Agricultura. Em 1990, o MME foi extinto e suas atividades foram absorvidas pelo Ministério da Infraestrutura, instalado na mesma ocasião.

O Ministério de Minas e Energia foi recriado em 1992 e teve suas competências redefinidas por lei em 2003. Desde então, responde pelas áreas de geologia, recursos minerais e energéticos (incluindo a energia nuclear). A pasta é organizada entre as secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; e de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a

⁵ Ver o site da ANP (<http://www.anp.gov.br>).

Comercialização Brasileira de Energia Emergencial (CBEE) são companhias públicas ligadas ao ministério e contribuem na formulação de políticas e na gestão de suas respectivas áreas. O MME também tem como empresas controladas, a Eletrobrás e com a Petrobrás, ambas as empresas de economia mista. A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) são autarquias vinculadas ao MME. O ministro das Minas e Energia preside o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

- **Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)** - O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) tem como objectivos principais promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País e assegurar o suprimento de energia às áreas mais remotas do território nacional. Também é responsável por rever periodicamente a matriz energética brasileira, sempre considerando o aproveitamento de fontes alternativas e de novas tecnologias, e por estabelecer políticas para uso de insumos específicos como gás natural, carvão e biocombustíveis, entre outras fontes alternativas. O CNPE também tem a atribuição de definir políticas de importação e exportação de petróleo e seus derivados, de forma a assegurar a constância no abastecimento do mercado interno.

O CNPE reúne-se a cada seis meses ou em seções extraordinárias, quando necessário. O ministro das Minas e Energia preside o conselho, que também reserva assentos para os ministros do Planejamento, Orçamento e Gestão; da Fazenda; do Meio Ambiente; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; da Casa Civil; da Integração Nacional; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Também participam do CNPE representantes dos Estados e do Distrito Federal; um representante da sociedade civil; e um representante das universidades brasileiras.

- **Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE)** - O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico foi criado em 2004 para acompanhar e avaliar permanentemente o suprimento de energia no País. A missão do órgão é detectar eventuais riscos e problemas que ameacem a segurança do abastecimento contínuo de energia.

O órgão tem competência para elaborar políticas de ajustes e formular soluções para as vulnerabilidades detectadas no setor. Quando necessário, as resoluções do comitê são encaminhadas para o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)⁶.

⁶ Ver Site do Ministério de Minas e Energias (<http://www.mme.gov.br/mme>).

Presidido pelo ministro de Minas e Energia, o Comitê é formado por quatro representantes do MME e pelos titulares da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e do Operador Nacional do Sistema (ONS).

- **Eletrobrás** - Inaugurada em 1962, a Eletrobrás nasceu com a atribuição de projetar, construir e operar geradoras, linhas de transmissão e subestações para garantir o suprimento de energia eléctrica em todo o País. O processo de privatização do setor, nos anos 1990, levou a empresa a rever sua missão, que hoje é a de dar apoio a programas estratégicos do governo federal. Desde então, a Eletrobrás atua também como distribuidora de energia.

As doze subsidiárias da Eletrobrás – entre elas, Chesf, Furnas, Eletronorte, Eletrosul e Eletronuclear – atuam de forma integrada, sob políticas definidas pelo Conselho Superior do Sistema Eletrobrás (formado pelos presidentes das empresas controladas). A empresa também apoia o Governo Federal, via Ministério de Minas e Energia, na execução dos programas oficiais federais, como o Luz para Todos, o Procel, e o Proinfa, além de gerenciar alguns fundos setoriais de energia eléctrica, como a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), a Reserva Global de Reversão (RGR), e a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE).

O Grupo Eletrobrás tem capacidade instalada para a produção de 41,7 mil MW e mais de 59 mil km de linhas de transmissão⁷.

- **Petrobras** - A Petrobras é uma companhia aberta de capital misto cujo controle pertence ao governo brasileiro. A empresa é a terceira maior do mundo no setor de energia, com receita anual de R\$ 213 bilhões e presença em 28 países.

A companhia atua em todos os elos da cadeia produtiva do óleo e do gás natural: exploração e produção, refino, comercialização e transporte. A Petrobras também realiza investimentos em petroquímica, na distribuição de derivados de petróleo, em energia eléctrica, em biocombustíveis e em outras fontes renováveis de energia.

Fundada em 1953, a Petrobras tem como principal órgão diretivo o Conselho de Administração, formado por ministros de Estado e por representantes dos acionistas minoritários. Suas principais subsidiárias são a Transpetro (transporte e armazenamento), a Petrobras Distribuidora (comercialização e industrialização), a Petroquisa (química e

⁷ Ver Site Eletrobrás (<http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm>).

petroquímica) e a Petrobras Biocombustível (etanol e biodiesel)⁸.

7.5 O Potencial da energia eléctrica no Brasil

No que se refere ao potencial energético, pode-se afirmar que o Brasil detém uma enorme potencialidade de exploração dos vários modais de energia, oriunda da abundância de recursos naturais existentes no país. Este fato garante-lhe opções variadas para a tomada de decisão quanto aos estudos de viabilidade económica dentre os vários tipos de produção de energia possíveis (Política Energética).

Em termos energéticos o Brasil pode ser considerado quase auto-suficiente. As reservas de petróleo no Brasil aproximam-se de 13 bilhões de barris de petróleo - isto sem contar as novas descobertas na Bacia de Santos, Mexilhão e Tupi - e a produção diária de petróleo é de 1,8 milhões de barris. No que diz respeito ao gás natural, o Brasil tem reservas avaliadas em cerca de 348 bilhões de m³ de gás com uma elasticidade que lhe permite chegar - considerando as reservas estimadas - aos 588 bilhões. No entanto a produção brasileira é considerada baixa pelos especialistas (aproximadamente 33 milhões de m³/dia), cabendo referir que grande parte desta produção não é utilizada por deficiência na infra-estrutura do país, sendo esta reinjetada nos poços.

Já o carvão mineral representa no Brasil cerca de 1,2% da reserva mundial e 0,1% da oferta mundial, o que garante uma exploração de aproximadamente 500 anos, obviamente se o consumo for constante. Outra fonte essencial para um mapeamento da capacidade energética do Brasil é a energia derivada do álcool, em que o país possui mais de 300 usinas. Aliado a isto existe uma enorme potencialidade de exploração deste recurso (cerca de 23% da capacidade de produção no curto prazo). Um exemplo foi a safra 2006-2007 de cana-de-açúcar, que ocupou uma área plantada de 6 milhões de hectares, reflectindo uma produção de 19 bilhões de litros de álcool.

Mas vale ressaltar que a principal fonte de energia no Brasil tem origem hídrica, com mais de 600 reservatórios em todo o território brasileiro. Em auxílio existem também 900 plantas geradoras termoeléctricas no país que utilizam outras fontes de energia (urânio, carvão mineral, gás natural, óleo diesel e combustível, resíduos da biomassa e industriais).

O Brasil dispõe de uma geração de energia eléctrica de 96 GW de potência instalada e 80% destes são gerados em hidroeléctricas e 20% pela geração térmica utilizando-se de outras fontes de energia. Actualmente 77 GW deste potencial é aproveitado, o que significa que 31%

⁸ Ver site Petrobras (<http://www.petrobras.com.br/pt/>).

do potencial hidroeléctrico do país é utilizado (ver IBGE/Brasil em números, 2008, p. 234). A produção de energia hidroeléctrica brasileira vem a crescer continuamente (desde 1952 até 2007) assim como, logicamente, o consumo deste tipo de energia.

No Brasil, um dos maiores problemas enfrentados pela economia é a utilização de maneira errónea dos recursos naturais disponíveis, principalmente quando se trata de energia eléctrica. A energia eléctrica quando alocada erroneamente no processo produtivo, gera um elevado custo a todos os agentes da economia, pois interfere no crescimento potencial do país. As fontes de energia recebem destaque justamente por sua grande importância no processo de criação do desenvolvimento sustentável, e pela sua importância como fonte de vantagem competitiva das unidades produtivas no mercado.

Várias fontes de energia limpa estão sendo desenvolvidas e utilizadas para sanar esta deficiência brasileira na geração de energia limpa, com recursos auto-sustentáveis. Por exemplo, a ampliação do programa do álcool combustível, usinas eólicas (aproximadamente 15), mais 226 usinas movidas a bagaço de cana-de-açúcar, usinas de gás de aterro sanitário, usinas de biomassas e a interligação de meios isolados (como energia solar fotovoltaica de centros rurais).

7.6 Energia Alternativa: uma solução para a Amazônia.

O assunto das energias renováveis na Amazônia não parece ser urgente na agenda do governo e nem dos demais agentes económicos locais, mesmo que para o mundo inteiro tal assunto seja de elevada urgência e importância.

Para os brasileiros este é um assunto interno que merece ser discutido por autoridades locais, evitando intervenções externas. Para os estrangeiros, a Amazônia é um património mundial e que necessita de intervenções da comunidade internacional para garantir o uso adequado dos recursos.

No assunto das energias não seria diferente, enquanto o governo tenta expandir a capacidade produtiva a qualquer custo, a comunidade internacional procura intervir da forma que pode. Um bom exemplo é a construção da hidroeléctrica de Belo Monte no Pará. Estudos de viabilidade técnica e económica já foram apresentados para a comunidade como um todo, contudo já virou moda ver artistas americanos e europeus visitarem a região para protestar contra a construção da usina.

Apesar de toda a atenção que as entidades internacionais delegam aos assuntos referentes à Amazônia, se dará foco nos aspectos legais acerca da tomada de decisão para a região

amazónica; apesar de não se contestar a importância que a Amazônia tem para o mundo, principalmente nos aspectos climáticos e económicos, serão consideradas também as informações advindas do governo brasileiro assim como de empresas e instituições da região amazónica.

O estudo é sobre energias alternativas. No que se refere a este tema os agentes económicos brasileiros têm opinião formada com base em diversos estudos e experiências práticas decorrentes de décadas de imersão na região.

Para o governo brasileiro, a implantação e viabilização das energias renováveis se encontram quer em planos de médio e longo prazos, quer em acções imediatas. Em especial, as comunidades isoladas desta região necessitam de um cuidado especial. Com base nisto, o governo Brasileiro implantou o programa “Luz para Todos”⁹.

Devido à questão logística na extensa região amazónica, os modais de energia eléctrica convencionais se mostram inviáveis de utilização. Diante deste desafio evidenciou-se a necessidade de modais alternativos de geração de energia, com destaque para os seguintes modais:

- Pequenos aproveitamentos hidroeléctricos;
- Energia solar;
- Resíduos de biomassa sólida para caldeiras e turbinas a vapor;
- Produção de óleo vegetal *in natura*;
- Biodiesel e etanol para uso em motores de combustão interna.

Segundo Barreto (2008, p. 18) os principais pontos de cada um dos modais são como se mostra a seguir:

- **Pequenos aproveitamentos hidroeléctricos (PCH)** - No Brasil, de acordo com a Resolução ANEEL Nº 394, de 4 de Dezembro de 1998, são classificadas como pequenas centrais hidrelétricas os aproveitamentos hidroeléctricos que tenham potência superior a 1 MW e igual a 30 MW e área total do reservatório igual ou inferior a 3,0 Km², determinado pelo nível da água referente à cheia com o tempo de recorrência de 100 anos. Contudo, tem-se visto a classificação segundo a potência das unidades instaladas, conforme mostra a tabela a seguir:

⁹ O Governo Federal lançou em novembro de 2003 o Programa Luz Para Todos, com a meta de levar o acesso à energia eléctrica, gratuitamente, para mais de 10 milhões de pessoas do meio rural até o ano de 2008. Entretanto o programa foi estendido até 2014 (ver http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp).

Figura 7. Classificação potência das unidades

Classificação	Sigla	Faixa de Potência		
		DNAEE	ANEEL	CERPCH
Picocentral Hidrelétrica	nCH	Até 5	-	Até 5
Microcentral Hidrelétrica	uCH	De 5 até 100	-	De 5 a 100
Minicentral Hidrelétrica	mCH	De 100 até 1.000	-	De 100 a 1000
Pequena Central Hidrelétrica	PCH	De 1.000 até 10.000	1 a 30.000	1 a 30.000

Fonte: Barreto, 2008, p. 49.

- Energia Solar** - é bem verdade que, no limite, toda a energia é solar, contudo tratar-se-á neste ponto sobre a energia oriunda de painéis fotovoltaicos. O aproveitamento solar fotovoltaico passa inicialmente pelo conhecimento das variáveis que influem na disponibilidade do recurso e na caracterização desse recurso. O dispositivo responsável pela conversão da luz em electricidade é denominado célula fotovoltaica. Dentre os principais factores que influenciam as características da célula, a irradiância e a temperatura são os mais importantes. O silício é o material mais utilizado actualmente para a fabricação dos painéis fotovoltaicos, o que deriva de três factores: o silício não é tóxico; é o segundo elemento mais abundante na natureza; existe certa consolidação da indústria deste tipo de painel. As células de silício ainda podem ser: Célula de Silício Monocristalino; Célula de Silício Poli ou Multicristalino; Células de Silício Amorfo; Células de Arseneto de Gálio; Célula de Disseleneto de Cobre-índio; Células de Telureto. Em termos de mercado, dois tipos se destacam: o silício cristalino e o silício amorfo. Em localidades isoladas, longe do alcance dos “linhões” de energia, estes módulos fotovoltaicos se mostram como uma alternativa viável quando comparada com a extensão da rede eléctrica. Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede eléctrica são mais eficientes, económicos, em média 40% mais baratos, e de maior durabilidade que os sistemas fotovoltaicos autónomos, pois não necessitam de sistemas de armazenamento. Actualmente, os sistemas de fornecimento de electricidade isolados vêm se tornando cada vez mais padronizados e flexíveis. Contudo a questão da tecnologia soluciona apenas a questão técnica. O ponto crítico é justamente a questão da gestão de cada unidade de geração de cada unidade de geração descentralizada (ver Barreto, 2008, p.12). Outra modalidade de painel solar

fotovoltaico é o nanopainel que tem sido considerado por muitos como uma inovação no que se refere ao mercado dos painéis solares.

- **Energia Eólica** – A energia eólica é a energia produzida a partir da força dos ventos. Este tipo de energia é renovável, não polui o meio ambiente e está disponível em muitos lugares do mundo. A energia eólica é produzida por meio de aerogeradores, nos quais a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. A quantidade de energia transferida é função da densidade do ar, da área coberta pela rotação das pás (hélices) e da velocidade do vento. Os sistemas eólicos podem ser de dois tipos: os tradicionais; e os de ventos altos (ver tópico 7.8). Os modelos tradicionais podem ser instalados em terra, e podem ser a única fonte de geração em um sistema isolado, estar conectados ao sistema interligado, configurando o que se conhece como geração distribuída, ou ainda compor, com outras fontes de energia (sistema híbrido). Os impactos ambientais de sistemas eólicos podem ser considerados de pequena escala. O visual é basicamente comum a todas as fontes de geração, o sonoro é bastante reduzido se comparado com outras fontes de ruídos, e a ocupação de áreas está sendo minimizada com a instalação de sistemas no mar. Outros impactos, típicos de sistemas eólicos, mas que vêm sendo bastante minimizados com o passar do tempo, são os desvios de rotas migratórias e mortes de aves, morcegos e insectos, e a interferência electromagnética, causada pela reflexão ou distorção de ondas electromagnéticas emitidas por sistemas de transmissão de sinais.
- **Grupo Geradores** - são máquinas bastante utilizadas em localidades isoladas da Amazônia. A operação de um grupo gerador é realizada por meio da inserção de combustível no motor de combustão interna, que pode ser do tipo “otto” ou diesel, e ao iniciar a partida desse motor acciona o eixo de um gerador eléctrico fornecendo tensão nos seus terminais. A utilização dos grupos geradores constitui uma alternativa viável em termos regionais, pois a indústria local dispõe do maquinário necessário para a implantação e manutenção além do custo de implantação ser relativamente mais baixo se comparado com a energia solar e eólica. Dependendo do porte dos grupos geradores, existirá a necessidade ou não da utilização de Unidades de Supervisionamento e Controle em Corrente Alternada (USCA), onde o operador poderá realizar a partida e parada da máquina além de monitorar as grandezas eléctricas tais como tensão, corrente, frequência. A desvantagem da utilização dos grupos geradores deriva dos elevados custos de operação e manutenção, além da

logística para a obtenção do combustível ser onerosa. Entretanto existe outro factor que inviabiliza a utilização deste modal, é a poluição do meio ambiente gerada pelos grupos geradores, no transporte do combustível. Os grupos geradores podem ser utilizados em conjunto com outras fontes de energia, compondo o que se chama de sistemas híbridos. Nos dias atuais além destas máquinas operarem em sua maioria com o diesel, existe grande interesse por parte do governo em realizar adaptações nos motores para que eles passem a funcionar com a utilização de biodiesel, minimizando os efeitos dos impactos ambientais.

Os sistemas híbridos

Agora que foram apresentados os modais de produção possíveis de uso para as comunidades isoladas, cabe a pergunta: que modal se deverá utilizar? A resposta que o governo brasileiro deu a este questionamento foi fazendo outra pergunta. Por que não todos eles juntos? Estar-se-á falando daquilo que os engenheiros chamam de sistema híbrido de geração de energia, levando em conta o potencial das fontes de energias renováveis (solar, eólica, hídrica - MCH e PCH) e biomassas para as áreas isoladas.

Os sistemas híbridos passaram a ser utilizados na década de 1970 com o advento da crise do petróleo. Nos dias actuais, os sistemas híbridos são lembrados por sua importância para o meio ambiente e como uma solução prática para os problemas energéticos das comunidades isoladas (ver Barreto, 2008, p. 30).

Na prática, existem muitos sistemas híbridos em funcionamento no mundo inteiro. Pode-se destacar o eólico-diesel; fotovoltaico-diesel; fotovoltaico-eólico-diesel; fotovoltaico-eólico, por exemplo. Tais combinações dependem da geografia, da temperatura, do vento, da radiação solar, de custos logísticos das regiões em que as unidades estão instaladas tendo em vista a otimização da geração de recursos energéticos. A maioria destes sistemas híbridos está instalada em localidades isoladas. Tal facto implica haver dificuldades de operação das unidades. Por este motivo cada vez mais os sistemas híbridos estão tendo suas operações automatizadas. Além disso, a automatização significa redução de custos e maior segurança na operação.

Os sistemas híbridos podem ser classificados quanto:

- à interligação com a rede eléctrica convencional - isolado ou interligado;
- à prioridade de uso das fontes de energia - baseada no recurso não renovável ou renovável;
- à configuração de série, chaveado ou paralelo;

- ao porte, micro, pequeno, médio ou grande.

Como se verá mais à frente, os sistemas híbridos na Amazônia são ofertados aos consumidores sob a forma de consumo pré-pago, em um modelo similar ao adoptado pelas companhias telefónicas.

Em termos de conservação do meio ambiente, os impactos ambientais dos sistemas híbridos são considerados quase “zero”, pelo menos trazem mais benefícios do que problemas para o meio ambiente. Tal facto se deve à composição de médio e pequeno porte das unidades implantadas.

7.7 O governo e a sua função neste novo cenário

O governo, sob a óptica das empresas e das famílias, deveria garantir as condições de infraestrutura para o desenvolvimento da produção e do consumo.

O senso comum “alega” que muito se espera dos governos, mas pouco ou quase nada se tem de concreto em relação aos ganhos reais que os governos podem proporcionar aos demais agentes económicos. A verdade é que a missão de intervir na economia de forma assertiva pode até mesmo ser considerada uma utopia, dada a complexidade, ainda mais quando o assunto é a produção de energia eléctrica. Como se fosse possível prever o comportamento das pessoas no mundo, empresas e famílias cobram do governo acções positivas para gerar desenvolvimento económico.

Teoricamente o Governo deveria garantir a produção de energia eléctrica para as empresas, o que significa que, pelo menos em parte, os investimentos neste segmento da economia seriam missão do Governo. Principalmente no Brasil, o governo brasileiro vem sendo - por hora - firme em sua posição enquanto gestor deste recurso:

- combatendo “politicagens” de alguns movimentos sociais inescrupulosos que agem a mando de políticos corruptos ou de poderosos empresários;
- com empresas internacionais que tentam obter energia a preço irrisório gerando prejuízos para a fornecedora de energia eléctrica; e
- com pressões internacionais advindas principalmente de países desenvolvidos que temem o presente avanço da economia brasileira no mundo globalizado.

Por outro lado, tem-se os esforços para a geração de novas fontes de energia, e os esforços para que a energia eléctrica seja um bem à disposição de todos os Brasileiros - até daqueles que vivem nas regiões mais longínquas do Brasil.

Diante da incapacidade que a maioria das pessoas tem em tomar decisões acertadas na

economia, a intervenção do Governo no sentido de orientar a tomada de decisão é fundamental, em especial nos sectores mais importantes da economia como é o caso do sector energético.

Diante deste contexto uma possibilidade muito interessante defendida por Richard Thaler e Cass Sunstein em seu livro “Nudge”, é a do “paternalismo libertário”, que é um tipo de paternalismo relativamente inofensivo, brando e não intrusivo, uma vez que não trava, limita ou sobrecarrega as pessoas quando se trata de fazerem escolhas. O objetivo é ajudar as pessoas a tomarem decisões de forma a alterar o comportamento dos agentes de uma forma previsível sem proibir essa escolha e sem alterar significativamente seus incentivos económicos. Para Thaler e Sunstein (2008) “são estímulos e não ordens. Colocar a fruta à frente de alguém é considerado um estímulo. Proibir a comida de plástico, não”.

Neste sentido o governo deveria gerar estímulos aos agentes, colocando a “fruta” diante deles. Contudo não é fácil combater hábitos que vêm desde os primórdios do Estado. Desta forma, ainda será possível ver o Governo tentar dar ordens durante um bom tempo.

Portanto o Governo é um agente importante no sentido de ajudar as pessoas a tomarem melhores decisões para si e para a sociedade de uma forma geral. Entretanto seria ingenuidade não considerar que as dificuldades são imensas tendo em conta a falta de recursos, má vontade, a corrupção, em especial em um sector chave para a economia brasileira como é o caso do sector energético.

7.8 O futuro das energias renováveis: seis fontes de energia ilimitada

Apesar do facto de que grande parte da energia eléctrica que as pessoas consomem directa ou indirectamente derivar das energias convencionais como a hidreléctrica, termoeléctrica e carvão, o mundo disponibiliza naturalmente fontes inesgotáveis de energia limpa. Estes modais de energia vão bem além de oferecer simplesmente as energias limpas tradicionais como é o caso dos painéis fotovoltaicos e a energia eólica. Trata-se de modais imaginados há muito pela ficção científica, mas que só agora, com as novas possibilidades tecnológicas, começam a se tornar uma boa opção para os anos vindouros. Contudo dois factores contribuem para que estas energias ainda não tenham sido adoptadas por grandes empresas e governos do mundo inteiro: primeiro o factor tecnológico; e depois o factor económico.

Diferentemente dos modais convencionais de energia limpa, estes modais ainda não têm estudos comprovativos de sua eficiência e segurança no fornecimento de energia para grandes cidades, por exemplo. Desta forma, é verdade que alguns modais como a energia das ondas

(em Portugal), são apenas belas alternativas potenciais, nada mais, além disso. Enquanto relativamente à questão económica, se evidencia que para as empresas viabilizarem estas tecnologias por meio da economia de escala, será necessário um grande esforço e grandes quantias de investimento – facto que já vem ocorrendo no mercado. Aliado a isto, veja-se o pronunciamento do presidente americano, Barack Obama, em Janeiro de 2012, em que ficou claro o rumo que os EUA irão seguir nos próximos anos a respeito da produção de energia na economia americana. O programa dos EUA será baseado nas fontes limpas de energia. Tal facto pode contribuir de forma decisiva para que o resto do mundo venha a seguir os EUA na produção de energia.

Para Morse (2009, p.36) existem seis tecnologias inovadoras em estágios distintos de desenvolvimento que podem ser o futuro próximo da energia limpa mundial. São elas:

- **Ventos altos** - Trata-se de uma evolução relativamente à produção convencional de energia eólica, utilizando um balão ou rotor com turbina eólica que pode ficar em alturas que variam de 300 metros a 4.500 metros, com maior facilidade para encontrar ventos fortes e constantes. A detentora desta tecnologia é a empresa *Magenn Power*, que actualmente comercializa um balão de hélio de 20 metros de diâmetro. A energia gerada por ventos nestas alturas seria suficiente para atender cem vezes a demanda do planeta. A dúvida é se os entraves tecnológicos para a produção em larga escala serão superados.
- **Óleo verde** - O combustível de oleaginosas requer várias etapas de colheita e processamento. Algas geneticamente modificadas simplificariam bastante este trabalho ao expelir óleo continuamente - óleo que seria refinado e convertido em combustível. Duas empresas apresentam este modal de energia no mercado, são elas: a *Synthetic Genomics*; e a *Sapphire Energy*. Entretanto este tipo de tecnologia ainda não é viável economicamente, mas a boa notícia é que o governo americano investiu US\$ 50 milhões em pesquisa no ano de 2010.
- **Energia das ondas** - A ideia subjacente aqui é a de que geração de energia derivada do movimento das ondas do mar pode ser uma alternativa viável. Há mais de trinta empresas desenvolvendo esta tecnologia para ofertar no mercado. A *Pelamis Wave Power*, da Escócia, foi a primeira a colocá-la em prática ao desenvolver os conversores do primeiro parque deste tipo de energia no mundo, instalado na costa portuguesa em 2008. Um módulo com 4 metros de diâmetro geraria energia suficiente para abastecer 500 lares. Embora a energia das ondas ainda não seja competitiva, se

estima (*Greentech Media/Prometheus Institute*) que daqui a cinco anos o mercado deste tipo cresceria U\$ 500 milhões ao ano, quando alcançaria a produção de um gigawatt de capacidade.

- **Energia estelar** - a fusão nuclear é a reacção atómica que produz brilho das estrelas, e pode servir para gerar energia limpa. A *National Ignition Facility*, dos EUA, já há algum tempo que vem investindo neste modal de energia alternativa. Em 2010 esta empresa mirou 192 lasers numa minúscula cápsula com hidrogénio para provocar uma fusão capaz de gerar mais energia do que consome. Em termos de investimentos governamentais, o Governo dos EUA já investiu mais de US\$ 20 bilhões ao longo dos últimos cinquenta anos. Entretanto, testes iniciais da fusão como fonte de energia podem estar a pelo menos quinze anos de distância.
- **Calor Profundo** - A tecnologia EGS (*Enhanced Geothermal System*), que injecta água a uma profundidade de três quilómetros ou mais para superaquecimento, funcionaria basicamente em qualquer lugar do mundo. Há dezenas de projectos de pesquisa em EGS em curso no mundo. A empresa australiana *Geodymanics* espera activar uma usina-piloto de 1 megawatt, que será uma das maiores do mundo. Este tipo de energia tem grande probabilidade para se tornar uma importante fonte de energia sustentável e barata, isto por conta dos avanços tecnológicos fáceis de que necessita um empreendimento em EGS, diz o Departamento de Energia dos EUA.
- **Energia solar ininterrupta** - muitos factores como nuvem, poeira e escuridão geram problemas para os painéis solares instalados em terra. Entretanto, painéis solares fotovoltaicos instalados na órbita da Terra poderiam receber radiação solar durante as 24 horas do dia, permitindo a produção ininterrupta de energia, que seria transmitida por ondas de rádio para a Terra. O projecto *Solaren* tem um contrato com uma concessionária da Califórnia para iniciar o fornecimento de energia solar obtida no espaço em 2016. A NASA e o Departamento de Energia dos EUA terão gasto nesta área cerca de US\$ 80 milhões nos últimos trinta anos.

Estas são apenas algumas possibilidades interessantes que os avanços tecnológicos na área das energias renováveis vêm apresentando ao mercado, que busca cada vez mais fontes alternativas de energia para suprir não uma demanda de consumo, mas sim, uma necessidade global que está muito correlacionada com o processo de sobrevivência do homem em seu habitat. Refira-se que empresas e governos poderão fazer com que estes modais venham a ser adoptados. No entanto, esta questão pode ser considerada ainda especulativa. O que se tem de

certo é que a Neuroeconomia pode ajudar a fazer com que as pessoas adotem a ideia de um mundo que produz sua energia de forma não deletéria relativamente ao meio ambiente.

PARTE III

8. O Estudo

Nesta parte do estudo serão colocadas em pauta as pesquisas levadas a cabo para se chegar ao objetivo geral deste estudo.

Os estudos serão apresentados em quatro partes distintas, mas que no final deverão atender à exigência científica e prática que estudos na área da Neuroeconomia associada aos métodos quantitativos devem apresentar. Para tal serão feitas algumas notas acerca dos principais resultados no final da apresentação dos testes.

Deve fortalecer-se a ideia de que os resultados de cada teste em si pouco significam para o objetivo geral do estudo. A função dos testes é basicamente comprovar ou não a possibilidade de utilização de técnicas de Neuroeconomia no estudo dos recursos energéticos e verificar se alguns efeitos específicos ocorrem ou não:

- O primeiro estudo se refere ao teste comportamental de efeito contexto;
- O segundo à resposta por questionário de voluntários, que aqui chamaremos de pesquisa consciente; se analisará também o perfil mental relativo às emoções dos tomadores de decisão no sector eléctrico com a ajuda de equipamento de *face reading*;
- O terceiro mostrará os aspectos referentes ao mapeamento ocular dos agentes económicos por meio da utilização da técnica de pesquisa baseada em *Eye Tracking*.

Portanto esta parte do texto além de ser importante para o objetivo do estudo em si mesmo, permite também conhecer um pouco das modernas técnicas de pesquisa em Neuroeconomia.

Além disso, analisar-se-á também como os modelos em Neuroeconomia podem ser utilizados nesta área da energia.

8.1 O efeito de Contexto (Parte I)

Para averiguar a existência ou não do “contexto” na tomada de decisão, realizou-se um teste com 72 alunos dos cursos de MBA em Gestão de Empresas nas dependências da Fundação Getúlio Vargas – FGV em Belém - PA entre os meses de Julho - Dezembro de 2010. O teste foi adaptado dos estudos de Tversky e Kahneman (1981). Estes pesquisadores apresentaram o *dilema da doença*, em que os entrevistados tinham de escolher entre alguns tipos de tratamentos na perspectiva positiva e outros na perspectiva negativa. No lugar de *pessoas doentes* colocou-se *famílias desalojadas*. O principal objectivo do teste é o de fazer, com as respectivas adaptações, a identificação das decisões dos alunos relativamente à construção de

um projecto hidroeléctrico. O teste foi desenvolvido da seguinte forma:

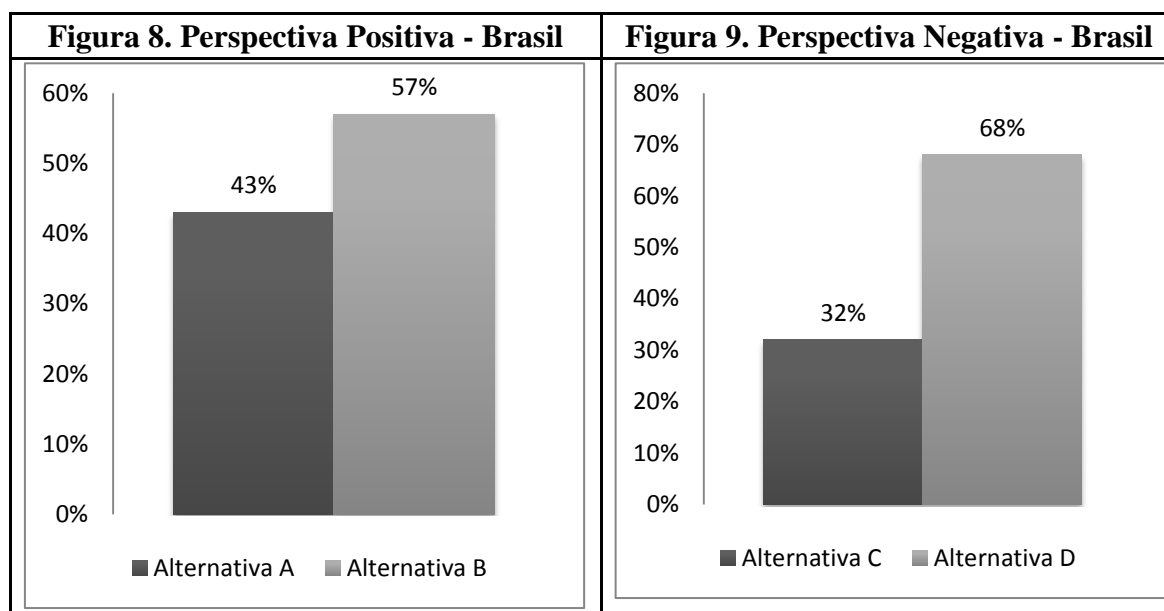
1. Primeiro os alunos deveriam considerar a tomada de decisão acerca de uma inundação de uma área que comporta 600 famílias, sob a seguinte óptica:

- Alternativa A - 200 famílias seriam preservadas no local;
- Alternativa B - probabilidade de 1/3 de que as 600 famílias seriam mantidas no local e de 2/3 de que nenhuma família ficaria lá;

2. Em um segundo momento, os alunos deveriam responder sob uma óptica negativa, considerando:

- Alternativa C - 400 famílias perderiam seus lares; e
- Alternativa D - probabilidade de 2/3 de que as 600 famílias perdessem seus lares e 1/3 de que nenhuma família perdesse seu lar.

As questões traduziam o mesmo fenómeno em ambas as perguntas. No entanto cada uma delas representava um enfoque diferente. As Alternativas A e B representavam a decisão sob uma óptica positiva, já as alternativas C e D representavam a tomada de decisão sob uma óptica negativa.



Fonte: Pesquisa de campo

Considerando os resultados referentes ao aspecto positivo (Figura 8), 57% dos alunos dos MBA's da FGV responderam que a opção B seria a melhor escolha, enquanto 43% alegaram que a opção A seria melhor.

Considerando os resultados relativos ao contexto negativo (Figura 9), 68% dos alunos

responderam que a opção D (que é exactamente a mesma da opção B) seria a melhor escolha a ser feita enquanto 32% disseram que a opção C seria a melhor dentre as possíveis.

Com base nos resultados apresentados no teste levado a cabo no estudo e com base nas questões levantadas no início deste capítulo pode afirmar-se:

- Primeiro, os agentes não são tão racionais quanto a teoria económica tradicional pressupõe;
- Segundo, variáveis - de menor relevância até então para a economia - como o contexto, influem na tomada de decisão.

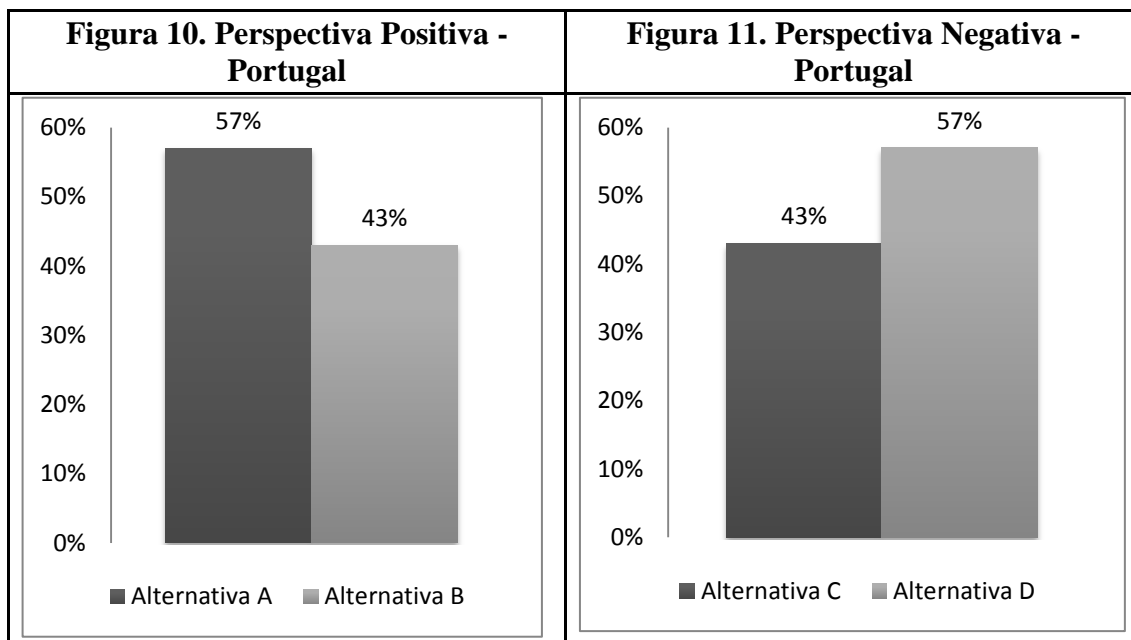
A primeira afirmativa significa que, diferentemente da hipótese de tomadores de decisões racionais - como sugere a economia ortodoxa - de onde deriva o conceito de *Homo Economicus*, em que se busca a maximização das acções económicas em favor de ganhos próprios, os resultados não foram satisfatórios nesse sentido (da racionalidade), porque a mudança de opinião diante de uma nova perspectiva (perspectiva positiva vs perspectiva negativa) implica dizer que os resultados numéricos por si só não influem nos resultados finais, a menos que estes sejam apresentados sob uma perspectiva específica, afinal de contas, a mudança de 43% (opção A) para 32% (opção C) é bastante significativa e 57% (opção B) no contexto positivo para 68% (opção D) no contexto negativo - lembrando que ambas as alternativas (A, C e B, D) apresentam a mesma alternativa, só que com pontos de vista opostos.

Na segunda afirmativa pode-se evidenciar e concluir que a presença do *contexto* – que é uma informação completamente desconsiderada pela abordagem da teoria tradicional de análise económica – foi determinante para os resultados obtidos neste estudo. O que de maneira geral representa é que os agentes, ao se depararem com as decisões económicas, são fortemente influenciados pelo contexto em que as informações são apresentadas.

8.2 Teste Contexto – (Parte II)

Para testar os resultados obtidos no estudo de contexto anterior optou-se por estender o teste. Resolvemos realizar o inquérito com alunos de um curso de doutoramento das áreas de gestão de empresas, marketing e métodos quantitativos em Lisboa (Portugal) no mês de Março de 2011.

Todos os pressupostos relativos ao teste anterior foram mantidos. O objectivo era verificar se pessoas mais qualificadas ou com mais estudo na área de economia, gestão e marketing, estavam menos expostas ao viés relativo ao efeito de contexto.



Fonte: Pesquisa de Campo

Mais uma vez os resultados foram positivos para confirmação da existência do contexto nas decisões económicas. E neste caso o facto de os voluntários contarem com uma formação académica elevada não influenciou para a melhoria de resultados no teste.

Na perspectiva positiva (Figura 10), a maioria, 53% dos doutorandos escolheu a alternativa A e 47% optou pela alternativa B. Mas quando se apresentou as mesmas opções, só que na óptica negativa (Figura 11) o resultado mudou, a alternativa C (que é a mesma de A no contexto positivo) passou para 43%, enquanto a alternativa D foi escolhida por 57% dos alunos de doutoramento, representando uma variação para mais 10 p.p. paralelamente a esta mesma opção no contexto positivo.

Neste momento não cabe fazer conclusões muito específicas, mas desde já fica evidente que o efeito de contexto influi na escolha dos agentes económicos. Talvez isso ocorra por conta dos elementos referentes ao processo evolutivo e o mecanismo que nos protege de perigos do mundo nos aproxima de situações de prazer, o que por fim, acaba gerando a percepção ou as distorções que dela derivam.

9. Estudo por questionário

9.1 Qual o grupo responsável pela não utilização de energias renováveis na Amazônia?

Antes de avançar é necessário apontar alguns pormenores relevantes para os três testes que darão continuidade a este estudo.

Sobre a questão da investigação em si é factível que mesmo as pesquisas biológicas, fisiológicas e químicas como as da Neuroeconomia quanto à pesquisa de questionário como a que segue agora são consideradas investigações empíricas. Uma investigação empírica é uma investigação em que se fazem observações para compreender melhor o fenómeno a estudar (Hill e Hill, 2009, p. 19).

Porém, vale lembrar que o objetivo não é identificar o grupo responsável pela não utilização de energia renovável na Amazônia. Este foi apenas o pretexto para absorver informações mais abrangentes acerca dos aspectos conceptuais acerca da tomada de decisão e de como os métodos de pesquisa “consciente” e “inconsciente” se apresentam.

Dito isto, passar-se-á ao estudo por questionário. O objectivo específico deste inquérito foi o de testar se uma pesquisa “consciente” pode fornecer informações de apoio à tomada de decisão. Para tal procuramos descobrir qual o grupo responsável pela não utilização em larga escala das energias renováveis na Amazônia. O universo desta pesquisa é constituído por executivos e diretores de pequenas, médias e grandes empresas de Brasil e Portugal e que façam parte de sites de relacionamento, LinkedIn, Facebook e Twitter. A amostra do estudo foi definida pelo critério de conveniência. A amostragem por conveniência é baseada em casos que são facilmente disponíveis. O método foi escolhido por ser rápido, barato e fácil. Contudo tem a desvantagem de, em rigor, os resultados e as conclusões só se aplicarem à amostra. O tamanho da amostra foi baseado no “caminho do esforço mínimo” em que se obtém a amostra de tamanho ou dimensão tão grande quanto possível dentro dos limites dos recursos disponíveis (ver Hill e Hill, 2009, p. 53). A pesquisa foi realizada *online* por meio do envio de *e-mails* e pelo compartilhamento dos questionários nas redes sociais (LinkedIn, Facebook e Twitter). Obteve-se um total de 103 questionários respondidos.

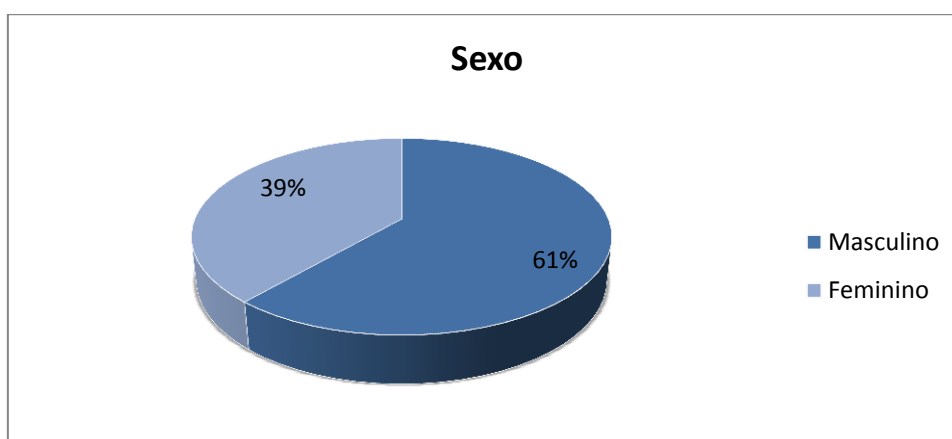
A pesquisa por questionário não é a mais indicada para investigar as impressões dos agentes económicos. Quando se faz uma pergunta o estímulo é processado pelo cérebro (auditivo ou visual) gerando uma percepção. Depois de 500 milésimos de segundos a resposta é formatada pelo Córtex que como vimos é responsável pela porção racional do cérebro, e o que se obterá é uma justificativa para a resposta e não a resposta daquilo que o agente realmente sente. Este

tipo de resposta corresponde a 5% da tomada de decisão de uma pessoa. Então se o objetivo é saber a verdadeira resposta dos agentes, certamente esta, apesar de mais utilizada no mercado, não é a melhor opção. Porém neste estudo, este tipo de questionário servirá como material de apoio para ser somado aos resultados encontrados com as técnicas de pesquisa inconscientes (Leitura Facial e mapeamento ocular).

Neste ponto, tentou-se fazer uma regressão com base nos dados obtidos, mas não foi possível obter com esses dados, variáveis explicativas interessantes.

Considerando a primeira pergunta do questionário (ver figura 12), sobre o sexo dos voluntários, obteve-se 61% de voluntários do sexo masculino e 39% de respondentes do sexo feminino.

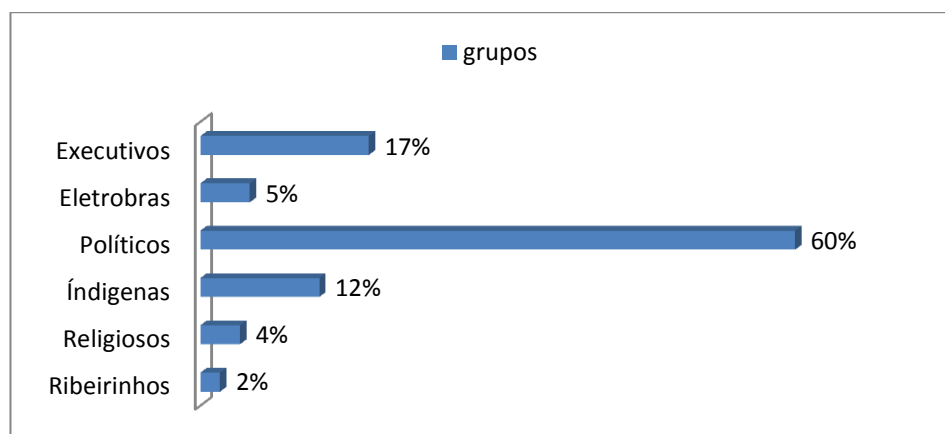
Figura 12. Gráfico sexo



Fonte: Pesquisa de Campo

Na questão dois do inquérito, perguntou-se a idade dos participantes da pesquisa, em que se encontrou um valor médio de 36 anos.

Figura 13. Grupos sociais



Fonte: Pesquisa de Campo

Considerando a terceira e última pergunta do inquérito sobre “qual o grupo responsável pela não utilização de energias renováveis na Amazônia”, o grupo mais votado foi o grupo dos “políticos” com 60%. Em segundo lugar o grupo dos “executivos/empresários”, que foi apontado por 17% dos voluntários. Em terceiro, aparece o grupo dos “indígenas” com 12%. O grupo da “Eletrobrás” foi indicado por 5%. O grupo dos religiosos apareceu com 4% e o grupo dos “ribeirinhos” com 2% dos votos.

10. Estudo de Identificação de Perfil mental dos agentes económicos (*Leitura Facial*)

10.1 Resultados *Leitura Facial*

Para averiguar a questão emocional na tomada de decisão entre os agentes do sector eléctrico, seria necessário ir ao olho do “furacão”. Para tal, pretendemos visitar a sede da “Eletrobrás” em Belém-PA, onde se entrevistaria, com a ajuda de uma câmara de vídeo, os gestores da empresa.

A ideia seria fazer perguntas acerca das variáveis mais importantes e comuns sobre o sector eléctrico brasileiro no que se refere ao impedimento para a ampliação das energias renováveis na Amazónia, tais como a política, a religião, a empresa fornecedora de energia, os executivos, os ribeirinhos e os índios.

Entretanto, por questões de agenda dos gestores, não foi possível realizar a entrevista com os gestores da “Eletrobrás”. Porém, o estudo não foi abandonado. Realizou-se entre os dias 5 de Julho e 7 de Julho de 2012, uma entrevista com 11 pessoas escolhidas por acessibilidade, na cidade de Curitiba-PR. Aproveitando o equipamento de *Eye Tracking* que é capaz de gravar em vídeo o rosto dos voluntários conseguiu-se obter o material necessário para análise.

Entretanto em uma pesquisa nem tudo sai como planejado. O objetivo era colectar trinta voluntários tanto para a análise de leitura facial como para o mapeamento ocular, contudo um problema técnico no *software* do computador não permitiu que o objetivo fosse alcançado. Por se tratar de um experimento com custos elevados para um investigador - tendo sido inicialmente orçamentado em 12.000 euros, acabou por ficar em 8.000 euros dadas as anomalias nos equipamentos - em virtude de se tratar de um trabalho envolvendo alta tecnologia, esta pesquisa acabou por ficar condicionada por esses dois fatores (custo e avaria do equipamento) que envolvem a pesquisa.

Este estudo levará em conta a amostra colectada, mesmo sendo esta abaixo do que se pretendia alcançar. Mas levando em consideração os recursos investidos e o carácter da pesquisa, acredita-se que mesmo com um número reduzido de voluntários na pesquisa, entende-se que o objectivo geral da pesquisa pode ser alcançado.

Acerca do estudo em si, o voluntário senta-se a uma distância necessária para regular o aparelho de *Eye Tracking*, depois ele é avisado que se fará a seguinte pergunta: Qual destes grupos sociais interfere negativamente na adopção da energia renovável na Amazónia? Depois, além da pergunta, o voluntário visualizará seis figuras que são apresentadas de forma sequencial, mas aleatória a cada candidato, evitando assim qualquer tipo de viés. E no fim ele

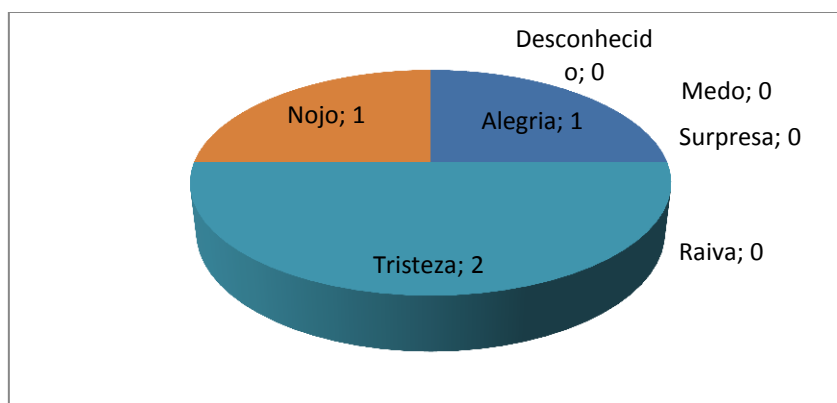
deverá responder verbalmente à pergunta feita no início da sessão.

Além do resultado do questionário em si, as figuras eram apresentadas de forma aleatória para cada entrevistado.

O que apresenta mais-valia real considerável para esta pesquisa é o vídeo, que permite analisar os componentes emocionais das gravações com a ajuda de um *software* que mapeia as microexpressões faciais. A ideia subjacente a esta prática permitiu identificar exactamente qual a emoção envolvida no momento do estímulo.

Para cada pergunta realizada pelo entrevistador, antes mesmo do voluntário responder, o *software* identifica plenamente a emoção que envolve cada resposta. Desta forma poder-se-á afirmar na maioria dos casos qual a emoção que o tomador de decisão apresenta diante de um determinado estímulo, que neste caso foi uma pergunta específica. Este método de pesquisa também permitiu identificar quais os factores que despertam as emoções específicas em cada estímulo.

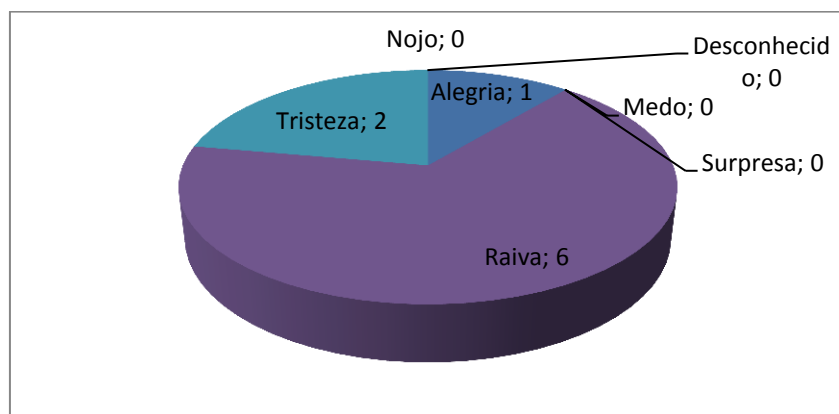
Figura 14. Face Reading Eletrobrás



Fonte: Pesquisa de Campo

A primeira observação acerca das emoções que a figura da Eletrobrás gerou nos entrevistados é a de tristeza. Ocorreu em 2 entrevistados. Depois se evidenciou o nojo e a alegria.

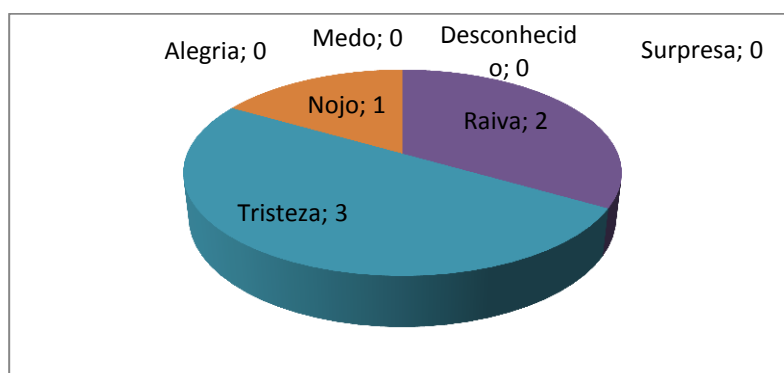
Figura 15. Face Reading Políticos



Fonte: Pesquisa de Campo

No caso dos políticos, os voluntários manifestaram emoções negativas na maioria das vezes. Apesar de uma probabilidade maior de uma emoção negativa se manifestar, a emoção "raiva" se manifestou seis vezes no momento da visualização dos políticos.

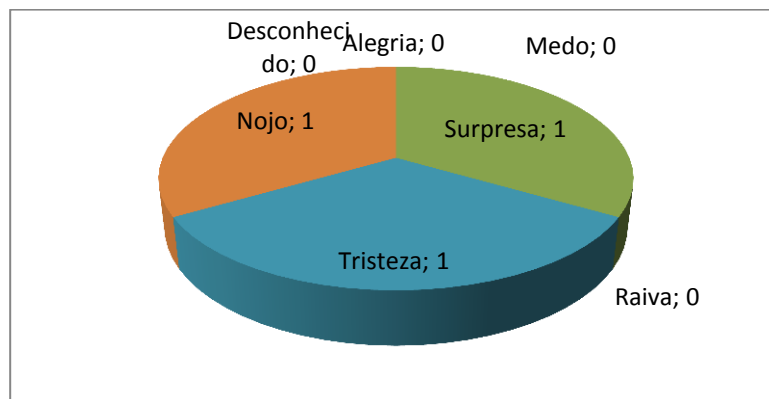
Figura 16. Face Reading índios



Fonte: Pesquisa de campo

No caso específico dos índios, enquanto grupo que prejudica a utilização de energias renováveis na Amazônia, por três vezes a emoção tristeza apareceu nas microexpressões faciais dos voluntários. Em duas oportunidades a emoção raiva apareceu e por fim uma vez a emoção Nojo. Todas as emoções evidenciadas foram de cunho negativo.

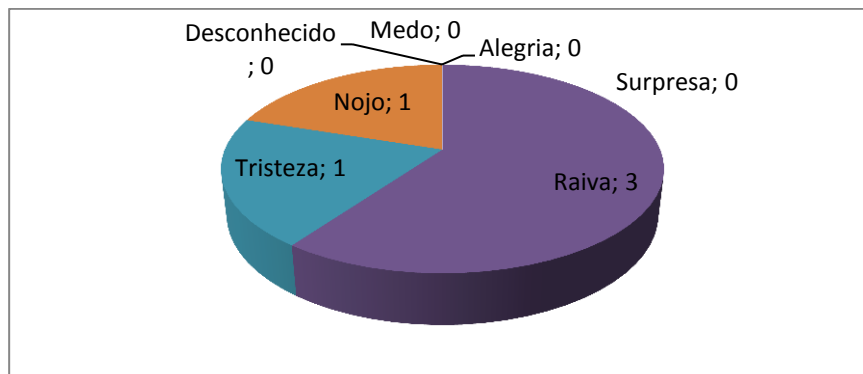
Figura 17. Face Reading Executivos



Fonte: Pesquisa de campo

A apresentação da imagem de executivos neste caso despertou poucas emoções destoantes ao relacionarmos com a questão das energias renováveis. Surpresa, tristeza e nojo apareceram uma vez cada.

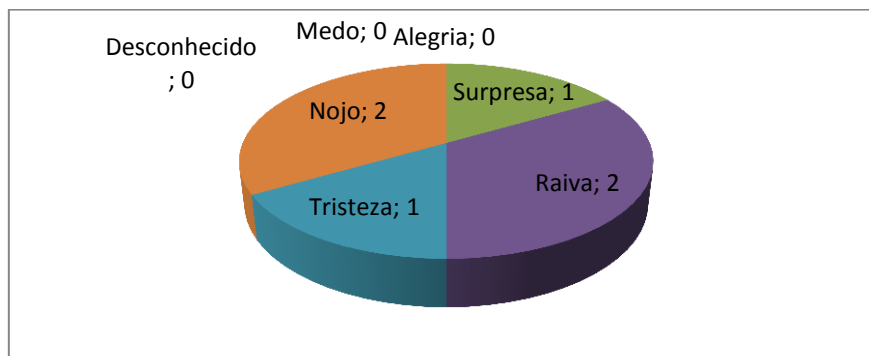
Figura 18. Face Reading Igreja



Fonte: Pesquisa de campo

Quando feita a análise da imagem representativa do grupo dos religiosos com o *Face Reading*, os voluntários expressaram a emoção raiva três vezes, a emoção nojo uma vez e a tristeza também uma vez. Assim como no caso dos indígenas todas as emoções foram negativas.

Figura 19. Face Reading Ribeirinhos



Fonte: Pesquisa de Campo

Já a imagem dos ribeirinhos despertou quatro tipos de emoções nos voluntários. Com duas ocorrências, a raiva e o nojo e com uma ocorrência, a alegria e a tristeza.

11. Resultado *Eye Tracking*

11.1 Conhecendo o *Eye Tracking*

O *Eye Tracking* sem sombra de dúvidas é a tecnologia mais difundida entre os pesquisadores de Neuroeconomia, com destaque para os profissionais de Neuromarketing que se utilizam desta ferramenta cada vez mais em suas pesquisas. Afinal, saber para onde o cliente está olhando na embalagem do produto, por exemplo, sempre foi uma questão de elevada importância. Entretanto o mapeamento ocular dos agentes económicos pode revelar muitas informações valiosas para vários estudos de Neuroeconomia.

O *Eye Tracking* é uma tecnologia em grande evolução e crescimento em termos de utilização em pesquisas. Esta ferramenta se tornou, com o recente avanço tecnológico, um método aplicável de monitoramento do movimento ocular de acordo com estímulos apresentados. Basicamente, os aparelhos de *Eye Tracking* gravam os movimentos que o “olhar” do participante realizou enquanto determinados estímulos visuais e/ou auditivos foram apresentados. Os mais modernos aparelhos disponíveis analisam os movimentos oculares através de leitores infravermelhos que medem os movimentos relativos da córnea e pupila por complexas metodologias, Física e Computacional (ver Tavares, 2008, p. 01).

Actualmente em sua quarta geração, os equipamentos de *Eye Tracking* sofreram uma importante evolução desde os primeiros indícios de análise objectiva de movimentos oculares usando reflexo de córnea em 1901. Nos anos 50, foram desenvolvidos equipamentos anexados a lentes de contacto, os quais poderiam ser desde pequenos espelhos até grandes estruturas de ferro. Esse método, até então, se apresentava muito invasivo e pouco prático. Já os modelos pertencentes à terceira geração, os quais eram utilizados até recentemente, eram desconfortáveis estruturas com armações presas na cabeça, similares a capacetes (*head mounted*), e impediam a movimentação do participante, e este, normalmente, teria que permanecer com o queixo fixado a uma estrutura de metal para evitar sua movimentação e, conseqüentemente, perda dos dados. Hoje, os modernos equipamentos da quarta geração são os chamados “de mesa” (*table mounted*) e têm a aparência de um monitor de computador do tipo “LCD”. Esses equipamentos modernos não são nada invasivos, são muito mais precisos e apresentam grande praticidade para aplicações em pesquisas com crianças tão novas quanto seis meses de idade já que não há estruturas anexadas ao participante (ver Tavares, 2008, p. 01).

Esses equipamentos atualmente disponíveis são capazes de medir a uma frequência de até 60 Hz (a cada segundo, o equipamento grava até 60 coordenadas, ou seja, a cada segundo o *Eye*

Tracking obtém dados de 60 posições para as quais o participante dirigiu seu olhar). Com alta precisão e rapidez, o *Eye Tracking* fornece informação automática de onde o interesse do participante está focado.

Os dados fornecidos pelo *Eye Tracking* são também de uma grande abrangência que varia, dependendo do objectivo da pesquisa, em:

- tempo total de fixação em uma determinada área da tela,
- ordem de fixação,
- velocidade de cada fixação,
- número de transições,
- entre outros.

Outra importante função é sua capacidade de apresentar um retorno em tempo real dos movimentos visuais realizados o que, além de engajar o participante, pode servir como direcionamento para diferentes níveis, dependendo do *design* da pesquisa (ver Tavares, 2008, p. 01).

Nos últimos anos uma série de estudos baseados no *Eye Tracking* ganhou destaque na área da Neuroeconomia, em especial os estudos de Neuromarketing. Muitas métricas diferentes foram utilizadas ao longo do tempo no que se refere ao mapeamento ocular. Entretanto existem algumas métricas que costumam ser mais utilizadas.

Figura 20. Métricas mais comuns em <i>Eye Tracking</i>	
Número de fixações (total)	Número de fixações em cada AOI
Proporção do tempo de gaze em cada AOI	Duração da Gaze em cada AOI
Duração média da fixação (total)	Taxa de fixação (total) (fixações/segundo)

Fonte: Giannotto, 2009, p. 73.

Evidentemente a identificação das métricas é importante. Mas tão importante quanto escolher a métrica adequada é a definição dos termos das métricas. Estes termos definirão ou servirão de base para as interpretações.

Figura 21. Exemplo de definição dos termos usados no cálculo das métricas do rastreamento do olhar	
Fixação	São períodos em que os olhos permanecem praticamente parados. Normalmente é definida por dois parâmetros: tempo mínimo necessário para ser considerada uma fixação (ex.: 100 ms) e amplitude do movimento máximo aceite (ex.: raio de 50 pixels, quadrado de 40x40 pixels, ou 2 graus), mas também pode ser definida em relação a sua velocidade máxima (por exemplo, menor que 100 graus/ segundo), dependendo do algoritmo usado para identificar as fixações.
Sacada	São movimentos rápidos usados para reposicionar a fóvea de um ponto de interesse a outro. Quando são usados algoritmos de detecção de fixação é representada implicitamente pela distância de uma fixação a outra.
AOI	Área de interesse. Região que apresenta alguma característica importante para o pesquisador. É definida pelo próprio pesquisador ou sua equipe e não pelos participantes.
Scanpath	Sequência ordenada de fixações e sacadas executada pelos olhos do usuário.
Gaze	Sequência de fixações consecutivas em uma mesma AOI. A duração da <i>gaze</i> é obtida pela soma da duração das fixações que a compõem, e sua posição é a posição média destas fixações. Uma <i>gaze</i> pode ser composta por diversas fixações e pequenas sacadas, e a primeira fixação que caia fora da AOI marca o fim da <i>gaze</i> .

Fonte: Giannotto, 2009, p. 74.

Outro factor determinante para as pesquisas com o *Eye Tracking* é a experiência do pesquisador. Entender o motivo pelo qual um consumidor fixa o olhar em um determinado ponto pode ser entendido de várias formas. Desta forma, os aspectos referentes à qualidade da análise são primordiais para a interpretação adequada dos resultados.

11.2 Experimento com *Eye Tracking*

Nesta fase do estudo, tomou-se o cuidado de juntar todas as imagens referentes aos grupos possíveis de afectação da adopção de energia renovável na Amazónia em um único *slide*. Tal medida teve o objectivo de mapear o ponto focal de cada participante da pesquisa. Portanto, juntando todos os grupos sociais específicos, tentou-se descobrir qual destes era mais visualizado, qual era olhado primeiro e qual a percentagem de pessoas que olhavam para a

figura específica.

Para tal levantamos a seguinte questão: “Qual destes grupos sociais interfere negativamente na adoção (utilização) da energia renovável na Amazônia?”.

Os seguintes indicadores abaixo serão mensurados na pesquisa em relação a cada produto, preço e descrição, os quais são selecionados através de AOIs (áreas de interesse):

- **QF** - Quantidade de fixações: Indica quantas vezes os participantes fixaram o olhar em determinado AOI.
- **DF** - Duração das fixações: Calcula a média de tempo que cada participante fixou o olhar em determinado AOI.
- **TPF** - Tempo para a 1ª fixação: Mede o tempo que o participante leva para olhar pela primeira vez para um AOI.
- **PPF** - Percentual de pessoas que fixaram: (PPF) percentual de pessoas que fixaram o olhar em determinado AOI.
- **Heat map**: Demonstra através de um mapa de calor quais são os pontos de maior interesse e atenção no estímulo visual analisado.
- **Cluster**: Descobrir automaticamente quais são os segmentos ou porções no estímulo visual com mais interesse, em relação ao percentual de visualizações.
- **Opacidade**: Conhecer as áreas cruciais de interesse ou não do consumidor através de imagens direcionadas.
- **Gaze Plot**: É possível entender a sequência dos movimentos oculares do entrevistado.

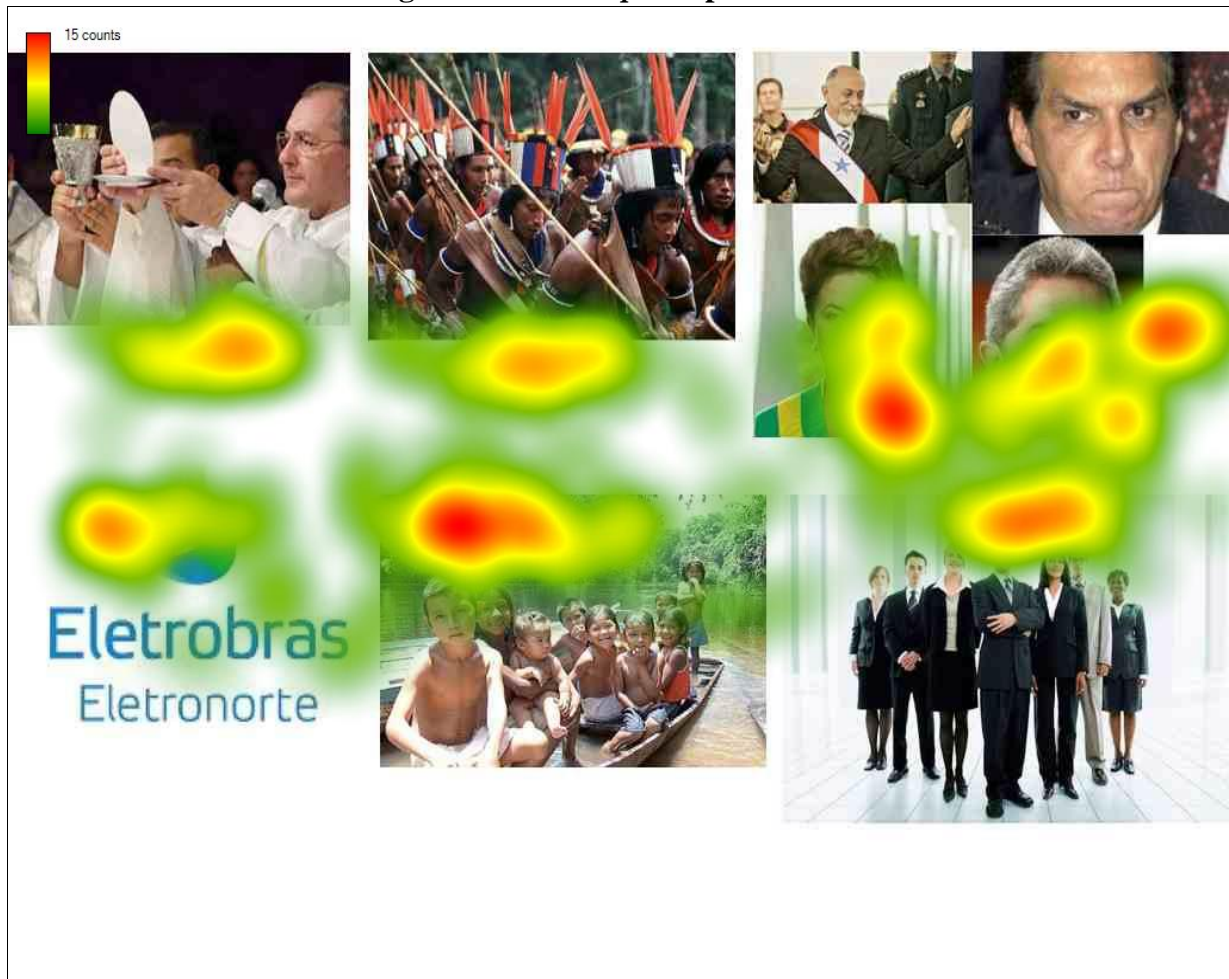
Resultados

Heat map

Este é sem dúvida o gráfico mais popular referente à utilização do *Eye Tracking*. Como descrito anteriormente, o *heat map* mostra os pontos de maior interesse dos voluntários. Neste caso as imagens relativas aos grupos potenciais inibidores da utilização de energia renovável na Amazônia foram apresentadas todas juntas em um único *slide*. Observa-se um maior interesse dos voluntários pelo grupo dos “políticos” e dos “ribeirinhos”.

Portanto, quando questionados sobre qual grupo intervém negativamente para a utilização de energias renováveis na Amazônia, os políticos e os ribeirinhos foram apontados como os grupos que despertaram maior atenção segundo o gráfico de *heat map*.

Figura 22. Heatmap Grupos Sociais



Fonte: Pesquisa de campo

A *gaze plot* - Exibe sequência de movimentos, a ordem e a duração da fixação do olhar. A *gaze plot* analisa o movimento do olhar de cada entrevistado separadamente.

Em nosso experimento de *Eye Tracking* a fixação inicial é centralizada e depois a maioria dos entrevistados olha para o grupo dos políticos e depois para os ribeirinhos.

Em cada ponto a magnitude dos círculos determina a duração da fixação ocular dos voluntários.

Em especial este gráfico é bastante eficaz em análises individuais.

Na imagem submetida aos voluntários observou-se que estes não fixaram de forma significativa em nenhuma figura.

Figura 23. Gaze Plot Grupos Sociais



Fonte: Pesquisa de campo

Cluster - Polígonos para exibir as áreas com a maior concentração de pontos de olhar registrados durante o teste mostrando o percentual de entrevistados que estão interessados nesses aglomerados. Os *clusters* exibidos podem ser facilmente transformados em áreas de interesse (AOIs).

No gráfico de *cluster*, pode ver-se o grupo dos ribeirinhos com o *cluster* 1, com 100% dos voluntários a mostrar-se interessados nesta área. Os *clusters* 7 e 8 (que estão no grupo dos políticos) também apontaram para um interesse de 92% relativamente aos voluntários em cada *cluster*. Neste caso os grupos dos políticos e dos ribeirinhos podem ser apontados como os grupos de maior interesse segundo o gráfico de *Cluster*.

Figura 24. Cluster Grupos Sociais



Fonte: Pesquisa de campo

11.2.1 Eye Tracking incluindo os AOIs

De forma breve, mas não menos importante, achou-se por bem incluir os AOIs referentes a cada imagem analisada de forma global. O objetivo de incluir as áreas de interesse de cada figura surgiu primeiro da curiosidade científica resultante desta pesquisa e depois, pela necessidade da verificação da existência ou não de pontos de interesses impactantes o suficiente para gerar viés nos dados encontrados nas figuras quando analisadas de forma global.

Ao invés de analisarmos separadamente uma por uma as figuras, optou-se por verificar somente os AOIs mais significativos para este estudo.

- **Executivos** - *A priori* observou-se a análise por *Clusters* do grupo dos executivos. Neste caso, 92% dos voluntários fixaram o olhar nos três executivos localizados no meio da imagem respectivamente. Em especial na região do peitoral dos executivos.
- **Ribeirinhos** - Neste caso observou-se grande atenção por parte dos voluntários em

especial no que diz respeito ao rosto das crianças, em que se observou uma atenção de 92% em pelo menos quatro delas.

- **Eletróbrás** - no caso da figura da Eletróbrás, 100% dos voluntários prestaram atenção nas letras do nome da empresa.
- **Políticos** - Considerando os resultados do *Cluster* para a figura dos Políticos apresentada isoladamente, observou-se que 100% dos voluntários olharam para os *Clusters* 1 e 3. Depois, 92% dos voluntários folharam para os *Clusters* 4 e 6.
- **Índios** - Para o grupo social “índios” observou-se que os rostos chamaram bastante atenção, correspondendo a maioria dos *Clusters*. 100% dos voluntários olharam no *Cluster* 2; 92% dos voluntários fixaram o olhar no *Cluster* 5; e 83% dos voluntários também fixaram o olhar no *Cluster* 4.
- **Igreja** - Para a imagem isolada do grupo social referente à igreja, o *Cluster* 1 (mão de um dos religiosos) e *Cluster* 3 (rosto do mesmo religioso) foram os AOIs que mais chamaram a atenção obtendo 100% de fixação do olhar dos voluntários.

12. Alguns apontamentos sobre os resultados encontrados

Questionário – Quando se deseja fazer uma pesquisa com seres humanos, é comum a utilização de questionários. Apesar de não ser a ferramenta mais adequada para se investigar a respeito do comportamento inconsciente de um indivíduo, pode-se dizer que a pesquisa por questionário serve como “material de apoio”. No caso da pesquisa levada a cabo neste estudo por meio de questionários aplicados a gestores de empresas brasileiras, o objetivo maior era justamente poder contar com o suporte dos resultados encontrados. Desta forma, foi possível averiguar que o grupo dos políticos foi o grupo citado como o grupo responsável pela não utilização da energia renovável na Amazônia. Em uma interpretação neuroeconômica, conscientemente, os voluntários elegeram os políticos como responsáveis pela não utilização da energia renovável na Amazônia. Tal facto se deve ao processamento por parte do córtex, que é a área do cérebro responsável pelo raciocínio, o que ocorre cerca de 500 milissegundos depois do estímulo. Quer dizer, o estímulo foi gerado, sentido e depois os voluntários formulam uma resposta. Por isto, diz-se que o questionário é uma metodologia de pesquisa consciente.

Face Reading - A empresa Eletrobrás é quem mais aparece na mídia aquando das questões relacionadas com o setor elétrico de uma forma geral. Mas definitivamente ela não pode ser considerada como aquele grupo que mais afeta negativamente ou atrapalha a utilização de energias renováveis na Amazônia segundo a leitura das microexpressões faciais.

O número de vezes em que a emoção raiva apareceu aquando da apresentação da imagem de políticos foi 6. Um número elevado já que representa mais da metade dos voluntários e pode indicar que os políticos aparecem como potenciais candidatos ao título de grupo que mais atrapalha a utilização de energia renovável na Amazônia.

Eye Tracking - O grupo dos “políticos” seguido pelo grupo dos “ribeirinhos” despertou a atenção dos voluntários, tiveram uma fixação rápida, também tiveram um número maior de fixação de olhar e foram olhados por quase todos os voluntários. Apesar de que os ribeirinhos foram relevantes, o grupo dos políticos realmente foi o grupo que chamou mais a atenção dos voluntários.

Portanto utilizando três formas diferentes de coleta de informações, se chegou a um resultado comum. O grupo dos políticos é apontado como responsável pela não utilização da energia renovável na Amazônia. Mesmo quando nos utilizamos de duas abordagens completamente diferentes entre si, que é o caso da pesquisa consciente (questionário) e da pesquisa inconsciente (*Face Reading* e *Eye Tracking*), os resultados nos levaram ao cerne da questão.

Os políticos são os responsáveis pela não utilização das energias renováveis na Amazônia. Poderíamos teorizar nesta altura, mas não seria elegante e nem tão pouco ético afirmar qualquer pormenor acerca das causas ou do processamento cerebral desta escolha. Por isso nos concentraremos apenas na descrição feita anteriormente, deixando qualquer definição genérica para a conclusão do estudo.

Contudo mais do que os pontos específicos dos testes, o que procurámos saber é se a pesquisa inconsciente pode ser utilizada para avaliar as questões económicas. Os resultados de todos os testes realizados apontam para a possibilidade da utilização das pesquisas neuroeconómicas em estudos acerca da tomada de decisão.

13. Considerações Finais sobre os Resultados Gerais do Estudo

Tendo apresentado o essencial ao longo da Tese para a realização do estudo que pretendemos desenvolver e tendo seleccionado algumas metodologias e modelos que têm particular interesse para as conclusões a tirar, é chegado o momento de apresentar alguns resultados integrados. Relacionamos aqui os pontos-chave desses modelos, os resultados dos testes que realizámos; assim como iremos tirar conclusões práticas na área da contribuição da Neuroeconomia para o estudo do fenómeno das energias na base dos objectivos inerentes ao presente estudo.

Vale lembrar que o objetivo geral desse estudo é a contribuição científica por meio da apresentação de modelos e testes que sirvam como referência para estudos futuros. Tendo em conta este foco, é possível fazer algumas considerações. Tendo em vista o alcance deste objetivo é prudente “enxergar” cada etapa do estudo como se fosse uma parte do “quebracabeça”, pois sem a existência de uma delas a “figura” nunca estará completa. Portanto, cada etapa do estudo é de suma importância para o objetivo geral do estudo.

Os modelos económicos quando combinados com algumas técnicas e experimentos de Neuroeconomia se apresentam como uma eficaz ferramenta de análise podendo gerar um forte arcabouço de conhecimento partindo de modelos específicos, como é o caso dos modelos axiomáticos, só para citar um exemplo.

Também é possível observar a existência de novas formulações associadas a esta área como é o caso do conceito de neuroprobabilidade, que representa uma opção acerca da interpretação em termos de tomada de decisão, em particular nos casos de julgamentos. Mais do que um conceito específico, a neuroprobabilidade pode ser apresentada como uma forma de encarar os diversos processos decisionais da vida de um agente económico.

No que diz respeito aos modelos em Neuroeconomia, além da sua vantagem nuclear, que é a de permitir aos pesquisadores uma forma de pesquisa mais próxima da realidade do comportamento humano, é possível salientar ainda que a pesquisa por meio dos modelos neuroeconómicos “liberta” o pesquisador da utilização dos aparelhos tecnológicos. Devido ao elevado custo das pesquisas com este tipo de tecnologia, os modelos em Neuroeconomia se apresentam de facto como uma vantagem, oportuna e integradora de várias áreas. Permite a popularização da Neuroeconomia entre os cientistas, trabalhadores de mercado e estudantes.

É sempre bom poder contar com informações diversas que sirvam de apoio ou para comparação de resultados. Neste sentido ao realizarmos a pesquisa por questionário pudemos constatar que este tipo de pesquisa serve como ferramenta de apoio, colaborando o resultado

para a formação de um “apanhado” geral quando combinado com os estudos “inconscientes”. Entretanto é prudente utilizar este tipo de pesquisa com moderação para a avaliação do comportamento económico das pessoas, já que muitos factores se sobrepõem. Contudo, não se pode desprezar as vantagens deste modal de pesquisa. Além de servir como material de apoio, é possível realizar comparações entre os resultados obtidos pela pesquisa “inconsciente” e também com base nos modelos neuroeconómicos. É possível apontar também para uma vantagem relativamente aos custos, à aplicação da pesquisa que não necessita de estruturas físicas robustas.

Quando um agente económico se depara com um momento de decisão, é factível que as bases cerebrais do processo de tomada de decisão são os melhores meios de se descobrir as reais motivações que o levam a um caminho escolhido em detrimento de outro. Para tal, técnicas de pesquisa que coletam informações do inconsciente humano como o *Eye Tracking* e o *Face Reading* se apresentam como opções que proporcionam mais valia para os resultados da pesquisa. A pesquisa “inconsciente” leva vantagem em termos de precisão dos resultados. Contudo, é também um elo que liga a Neuroeconomia aos Métodos Quantitativos, pois se antes a grande crítica que se fazia ao estudo do comportamento humano era com respeito à não geração de dados para análise de fatores como a emoção e estímulos, agora é possível trabalhar os dados. É possível dizer também que este modal de pesquisa exclui pesquisadores “oportunistas” pois geralmente os equipamentos ficam alocados sob a tutela de pesquisadores experientes nas dependências de grandes Universidades e Institutos de Pesquisa.

Em termos específicos, é possível dizer que a decisão depende primeiramente do contexto no qual o agente económico está inserido, quer dizer, a forma como as informações são apresentadas influem no resultado final. Tal facto é facilmente percebido no dia a dia de uma pessoa, mas quando se coloca na pauta de uma decisão questões relativas, por exemplo, ao mercado de energia, em que as decisões na maioria das vezes são de grandes proporções, é importante avaliar as possibilidades ou a forma como o contexto está apresentado.

Para demonstrar como a pesquisa “inconsciente” pode ser trabalhada optamos por identificar qual o grupo social que é responsável pela não utilização de modais de energia renovável na Amazônia. Sempre que alguma externalidade é gerada, seja ela positiva ou negativa para determinados agentes económicos, o factor emocional entra em ressonância com a decisão que deverá ser tomada. Neste estudo, se viu que alguns grupos sociais provocam mais do que sentimentos de emoção nos agentes económicos como foi o caso do mapeamento do ponto de visualização com o teste de *Eye Tracking* e das emoções com o *Face Reading*. Este processo

faz com que os agentes criem uma percepção específica acerca de um determinado grupo. Por exemplo, quando estudamos os sentimentos de emoção nos agentes, a emoção raiva era dominante aquando da apresentação da imagem do grupo dos políticos.

Diante das informações detectadas nos estudos e de toda a base teórica e experimental que a Neuroeconomia oferece, não é exagero afirmar que os agentes económicos são susceptíveis a estímulos específicos para a orientação acerca do contexto decisional e das emoções apresentadas tendo em vista a geração de uma percepção positiva ou negativa acerca de um grupo social ou de uma ação que algum destes grupos tenha realizado ou esteja por realizar.

Este estudo apresentou de forma pragmática os principais aspectos acerca da tomada de decisão no sector eléctrico. Estes aspectos apresentados evoluíram tanto no sentido de observar o lado exógeno à tomada de decisão inconsciente com o estudo do contexto, como do factor endógeno ao indivíduo enquanto tomador de decisão com o caso do estudo das emoções. Portanto, este estudo pode servir de base para a tomada de decisão no sector eléctrico que literalmente representa decisões de grande magnitude e complexidade. Mas também pode ser inserido em uma decisão mais simples como as que encontramos no nosso dia a dia, por exemplo, ao comprar um par de ténis ou escolher um roteiro para o passeio de final de semana.

Como é bom de ver, não existe uma relação determinística entre determinado estímulo e a decisão tomada. Em particular, as diferentes magnitudes dos problemas em causa induzem uma grande variabilidade das respostas ao mesmo estímulo.

Este *lack of determinism* condiciona muito a própria construção de uma teoria científica para a Neuroeconomia. As diferentes abordagens apresentadas neste estudo mostram claramente este sentido pragmático.

Por outro lado, em termos da análise dos próprios neurotransmissores, há que ter em conta que embora os neurotransmissores sejam inerentes a cada indivíduo, a verdade é que a forma e a intensidade com que se libertam diferem de indivíduo para indivíduo e mesmo para um certo indivíduo variam em função de fatores como o momento, a especificidade do contexto pessoal em termos circunstanciais, etc. Nessa medida, as reacções (isto é, a construção da decisão/a tomada de decisão) variam no mesmo indivíduo e de indivíduo para indivíduo em função do mesmo estímulo.

Assim, os resultados apresentados e a sua análise permitem tirar ilações interessantes que são aplicáveis ao estudo levado a cabo neste trabalho assim como é possível com as diferentes abordagens e com a análise das diferentes metodologias corroborar este tipo de inferências

que sustentam a ideia de uma Neuroeconomia ainda em construção enquanto disciplina científica.

CONCLUSÃO

Todo este trabalho teve como objetivo nomeadamente desenvolver uma referência para a análise e tratamento das variáveis neuroeconómicas determinantes da implantação de energias renováveis. Para tal, apresentamos alguns dos conceitos fundamentais em Neuroeconomia, seja nas terminologias, nas classificações, no entendimento do cérebro humano, nos principais problemas decorrentes da racionalidade limitada dos agentes económicos e das questões emocionais envolvidas na tomada de decisão no setor eléctrico e depois na questão da análise dos dados encontrados.

A Neuroeconomia como um ramo relativamente novo da ciência incorpora em sua essência conceitos e práticas de neurociência e economia. Contudo esta é uma ciência interdisciplinar que engloba outras áreas, como por exemplo, a estatística, a matemática, a biologia, ou a farmacologia. Portanto, as dificuldades existentes não podem ser de forma alguma menosprezadas.

De certa forma as pessoas estão sujeitas aos erros decorrentes de ilusões cognitivas endógenas à vida económica. Isto é um facto, e não se pode fazer muito a respeito. Um bom exemplo é o efeito de contexto mostrado neste estudo em que profissionais preparados para tomarem decisões na vida económica não se saíram tão bem aquando de uma decisão referente à incerteza e ao contexto positivo e negativo. Este teste serviu para mostrar não só a existência do viés cognitivo na decisão económica como para mostrar que os efeitos paralelos a este viés são robustos e podem alterar de forma significativa o rumo das decisões dos agentes económicos.

Outro resultado encontrado neste estudo se refere à tentativa de descobrir a principal emoção com a ajuda de um *software* (*Face Reading*) aquando da apresentação das imagens de possíveis grupos responsáveis pela não utilização de energia renovável na Amazónia (Eletrobrás, ribeirinhos, executivos, políticos, igreja, índios). Neste caso específico a emoção que mais se repetiu foi a raiva e se referiu em sua maior parte ao grupo dos políticos, indicando que este grupo é o principal responsável por ações deletérias sobre o uso das energias renováveis na Amazónia.

Em uma continuação do experimento, agora com a utilização de um equipamento de mapeamento ocular (*Eye Tracking*), se observou que o grupo dos políticos é apontado de forma inconsciente pelos voluntários do estudo como principal responsável pela não utilização de energia renovável na Amazónia.

Considerando os resultados de forma mais genérica, o efeito de contexto impacta na tomada de decisão dos agentes. A colecta de informações derivadas da pesquisa do inconsciente dos

tomadores de decisão é factível e influi consideravelmente no resultado final das interações económicas. O papel das pesquisas do inconsciente dos agentes é essencial e tem a função de permitir um mapeamento emocional dos sentimentos aquando de uma escolha dos agentes. Os estímulos pontuais também se mostraram robustos na avaliação da tomada de decisão em termos gerais.

O desenvolvimento e utilização de modelos neuroeconómicos baseados tanto na teoria existente quanto no resultado de testes específicos se mostra conveniente para solucionar problemas relativos à pesquisa em Neuroeconomia. Isto pois a utilização dos modelos em Neuroeconomia permite que a “realidade” acerca de um fenómeno específico seja simplificada o que de imediato permite um melhor entendimento dos conceitos neuroeconómicos por meio da apresentação de variáveis fundamentais, além de permitir a análise de variáveis que não podem ser diretamente observadas, por exemplo, o sistema de recompensa cerebral.

O estudo permite concluir de forma geral que existem problemas ou erros de julgamento referente à tomada de decisão na vida económica e que o mapeamento das variáveis inconscientes dos agentes económicos como os fatores emocionais, neurológicos e fisiológicos, assim como o tratamento devido dos dados por meio de técnicas adequadas a cada caso são de fundamental importância para o apoio à tomada de decisão.

Não se pode menosprezar o impacto que o funcionamento da aprendizagem na vida de um animal, especialmente falando, dos seres humanos. Na economia a forma como aprendemos determinará a forma como participaremos da oferta, da demanda e de muitos outros aspectos da economia. O condicionamento da aprendizagem permite – teoricamente - maior impacto gerado pelos estímulos económicos.

Para o estudo em si, pode-se dizer que a pesquisa baseada nos modelos neuroeconómicos afeta positivamente o resultado acerca dos ganhos qualitativos, quer dizer, pode acontecer que alguns fenómenos relativos à tomada de decisão venham a ser bem representados por simplificações derivadas dos modelos. Nos casos apresentados neste estudo, viu-se por meio de modelos axiomáticos que um processo complexo (sistema de liberação de dopamina) pode ser explicado de forma sistémica. E no caso da Neuroprobabilidade, vimos que a probabilidade é um conceito robusto e que pode ser expandido para o funcionamento do processo cerebral ou comportamental da tomada de decisão. Isto mostra que, muito além da visão baseada apenas na colecta e na análise de dados, fatores como a experiência de vida e cultura influem na tomada de decisão e podem ser tidos em conta através destes processos de

análise.

O arcabouço da Neuroeconomia se beneficia com os resultados deste estudo pois é evidenciado um ganho em termos analíticos se considerarmos que poucos estudos em Neuroeconomia abordam o tema da economia dos recursos naturais. Soma-se ainda o facto de que este estudo dá ênfase à associação aos Métodos Quantitativos para o atingimento do objetivo geral. Estes aspectos garantem uma contribuição real para a formação de uma referência no estudo da Neuroeconomia.

No que se refere à contribuição relativa ao arcabouço dos Métodos Quantitativos, é necessário salientar que este estudo não gera um acréscimo ao conteúdo em si, pois não apresenta nenhuma nova teoria ou sequer refuta algum estudo desta natureza. Pode-se dizer que a contribuição deste estudo para os métodos quantitativos reside em mostrar a abrangência que os Métodos Quantitativos podem alcançar. Se novas ciências vêm para ficar, ninguém o sabe. Mas de certo é possível afirmar que os Métodos Quantitativos contribuem consideravelmente como ferramenta no apoio, por exemplo, das ciências do cérebro ou especificamente à Neuroeconomia.

Portanto, a Neuroeconomia associada aos métodos quantitativos para obtenção de melhores resultados em termos de desenvolvimento de pesquisas e criação de modelos analíticos na economia se apresenta como uma importante ferramenta. No aspecto geral deste estudo, pode-se referir que o objetivo foi alcançado ao unirmos os Métodos Quantitativos e a Neuroeconomia. Portanto este estudo pode servir como base para novos estudos, em especial no que se refere aos estudos das variáveis neuroeconómicas na economia dos recursos naturais.

PISTAS PARA INVESTIGAÇÃO FUTURA

Um trabalho de pesquisa raramente se esgota em si mesmo. Sendo ele mais do que uma tentativa de responder a um questionamento, possibilita inclusivamente abrir caminho para a solução de outros problemas que fogem do escopo do estudo.

Desta forma, vislumbra-se algumas sugestões para pesquisas que porventura possam vir a ser levadas a cabo, conforme as apontadas a seguir:

- Como os fatores hormonais influem na tomada de decisão económica?
- Qual a magnitude dos efeitos negativos decorrentes da existência do viés cognitivo?

- Até que ponto a cultura de um povo influi na tomada de decisão decorrente de ambientes de incerteza económica? A este propósito pense-se, por exemplo, nos programas de resgate da União Europeia aos seus membros que na presente conjuntura solicitaram apoio, o que constitui um outro exercício interessante.
- Qual a correlação entre o sistema de recompensa cerebral e a relação dos agentes económicos com o governo e as entidades reguladoras do setor eléctrico?
- Em que proporção a genética e a memética influem no comportamento económico?
- Qual o impacto de mensagens subliminares para a adoção de um modal de energia na economia? Note-se, por exemplo, a proibição de publicidade com mensagens subliminares em países como Portugal, face às questões envolvidas.
- Será que os aspectos comportamentais e neurológicos de bens privados se aplicam às decisões referentes aos bens comuns ou públicos?
- Qual a melhor forma de modelagem em Neuroeconomia em termos gerais e considerando a área da energia?
- Como se pode proceder em termos de aplicação de metodologias de mapeamento cerebral com a Rmf em agentes do sector eléctrico brasileiro?
- Pode fazer-se uma aplicação da neuronegociação ao processo de tomada de decisão no sector eléctrico?
- Como pode a neuroprobabilidade se refletir no estudo da vida real dos agentes económicos neste âmbito?

Portanto, os desafios são enormes e detalhar aqui estes desafios não permite mais do que apresentar objectivos de fundo numa área muito complexa e que requer novas vertentes de estudo e que numa base mais ampla ficamos disponíveis para abraçar em projectos futuros.

BIBLIOGRAFIA

Abrantes, M. L. (2004), *Teoria dos jogos e os oligopólios*, Luanda, Multitema.

Ainslie, G.; Moterosso, J. (2004), A market place in the brain?, *Science*, Vol. 306, No. 5695, pp. 421-423.

Alvarenga, G. (2010), *Noradrenalina, Dopamina e serotonina*, disponível em <http://www.galenoalvarenga.com.br/tag/neurotransmissores>, acesso em 10 de Setembro de 2011.

Akerlof, G. A.; Shiller, R. J. (2010), *O espírito animal*, Rio de Janeiro, Campus.

Andrade, M. (2010), A Note on Foundations of Probability, *Journal of Mathematics and Technology*, 1 (1):96-98.

Andrade M., Ferreira, M. A. M. (2010), Janus probability two faces in court, *Journal of the Greek Statistical Association*, 6: 3-14.

Andrade, M., Ferreira, M. A. M., Filipe, J. A., Coelho, M. (2013), Neuroprobability - The Janus Probability Third Face in Court. *IIOAB Special Issue*.

Araújo, L. C. (2012), *Fundamentos de Neurociências e comportamento*, disponível em, <http://www.cefala.org/~leoca/neuroscience/neurociencia.pdf>, acesso em 12 de Junho de 2012.

Ariely, D. (2009), O fim da economia racional, *Harvard Business Review*, São Paulo, Duetto.

Ariely, D. (2008), *Previsivelmente irracional*, São Paulo, Campus.

Barreto, E. J.; Pinho, J. T.; Filho, G. L.; Rendeiro, G.; Nogueira, M.; Gonzalez, W. A. (2008), *Tecnologias de Energias Renováveis: Soluções energéticas para a Amazônia*, Brasília, Ministério de Minas e Energia.

Barreto, E. J., Correia, J. C., Gonzalez, W. A. (2008), *Biodiesel e óleo vegetal in natura: Solução energética para a Amazônia*, Brasília, Ministério de Minas e Energia.

Barreto, E. J. (2008), *Combustão e gasificação de biomassa sólida: solução energética para a Amazônia*, Brasília, Ministério de Minas e Energia.

Barreto, E. J., Tiago, G. L. (2008), *Pequenos aproveitamentos hidroeléctricos: solução energética para a Amazônia*, Brasília, Ministério de Minas e Energia.

Barros, F. (2012), *Trepanação*, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro.

Benartzi, S.; Thaler, R. (2001), *How much is investor autonomy worth?* Ucla.

Bernheim, D. B. (2008), Neuroeconomics: a sober Appraisal, *NBER Working Paper*, No. 13954.

Berns, G. (2009), *O Iconoclasta*, Rio de Janeiro, Best Seller.

Berridge, K.C. (2003), Pleasures of the brain, *Brain and Cognition*, Vol. 52, No. 1, pp. 106-128.

Bittencourt, S. (2012), *Neuromoduladores e neurotransmissores: visão geral*, São Paulo, UNIFESP, disponível em http://www.neurofisiologia.unifesp.br/neuromoduladores_nocaogeral_simonebittencourt.pdf, acesso em 4 de Junho de 2012.

Bremmer, I. (2011), *O fim do livre mercado*, São Paulo, Saraiva.

Bressan, R.A.; Bigliani, V.; Pilowsky, L.S. (2001), Neuroimagem de receptores D2 de dopamina na esquizofrenia, *Revista Brasileira de Psiquiatria*, Vol. 23, pp. 01-06.

Cáceres, F. (1996), *História do Brasil*, São Paulo, Moderna.

Camargo, P. (2011), *Se estiver ovulando não vá ao shopping*, Ribeirão Preto, BIOCC.

Camargo, P. (2010), *Comportamento do consumidor*, Ribeirão Preto, Novo Conceito.

Camerer, C. (2007), Neuroeconomics: using neuroscience to make economic predictions, *Economic Journal*, No. 117 (March), C26–C42.

Camerer, C.; Loewenstein, G; Prelec, D. (2005), Neuroeconomics: How Neuroscience Can Inform Economics, *Journal of Economic Association*, Vol. 43, No. 1, pp. 9-64.

Campelo, A. D. (2010), *Análise de dados de Imagem por Ressonância Magnética Funcional utilizando Mapas auto-organizáveis*, Belém, UFPA, Dissertação do curso em Matemática e estatística da Universidade Federal do Pará-UFPA.

Caplin, A.; Dean, M. (2007), Axiomatic neuroeconomics, neoclassical economic approach, *Neuroeconomics: decision making and the brain*, Elsevier.

Carpenter, J. P.; Matthews, P.H. (2003), *Beliefs, Intentions and Emotions: Old versus New Psychological Game Theory*, Middlebury, Department of Economics Middlebury College.

Carter, R. (2012), *O livro do cérebro*, Rio de Janeiro, Agir.

Chavaglia, J. N.; Ramalheiro, B.; Filipe, J. A. (2012), Neuromarketing: o efeito de ancoragem, do contexto e o papel dos neurotransmissores, São Paulo, Baraúna.

Chavaglia, J. N.; Filipe, J. A. (2012), Neuroeconomia: análise das decisões relativas a bens

comuns, *Revista do Especialista*, Vol.1, No. 1, pp. 01-12.

Chavaglia, J.N.; Filipe, J. A.; Ramalheiro, B. (2011), Neuromarketing: Consumers and the anchoring effect, *International Journal of Latest Trends in Finance & Economic Sciences*, Vol. 1 No. 4.

Chavaglia, J.N.; Filipe, J.A. (2011), A view of common property through neuroeconomics in the context of decision-making processes, *International Journal of Academic Research*, Vol. 3, No. 3, May, I Part.

Chiang, A. (1982), *Matemática para economistas*, São Paulo, McGraw-Hill.

Coelho, M. A. (2006), *Dopamina I*, Porto, Universidade de Medicina do Porto, disponível em <http://users.med.up.pt/cc04-10/Farmacologia/auladesgravadadopamina1.pdf>, acesso em 4 de Junho de 2012.

Coelho, M.; Lopes, R., (2002), Straddling Stocks and the Management of High Sea Fisheries, *Annual Conference of the European Association of Fisheries Economists*, EAFE / Universidade do Algarve - Faculdade de Economia, disponível em <http://www.ualg.pt/feua/uk/eafe/>, acesso em 9 de Novembro de 2012.

Cohen, D. (2011), *A linguagem do corpo*, São Paulo, Vozes.

Crema, L. (2007), *Efeito do estresse crônico repetido e da reposição com estradiol sobre a nocicepção, a liberação e a captação de glutamato e o estresse oxidativo em medula espinhal de ratas ovariectomizadas*, Porto Alegre, UFRS, Trabalho apresentado como tese de Mestrado.

Damásio, A. R. (2010), Lembrando de quando tudo aconteceu, *Scientific American*, São Paulo. Duetto.

Damásio, A. R. (2010), *O livro da consciência: A construção do cérebro consciente*, Lisboa, Temas e debates: Circulo de leitores.

Dannett, D. (1987), *The intentional Stance*, Cambridge Massachusetts, MIT Press.

Dawid, A. P. (2004) Probability, Causality and the Empirical World: A Bayes - de Finetti - Popper – Borel Synthesis. *Statistical Science*, 19: 44-57.

Dawid, A. P. (2005), Statistics on Trial, *Significance*, 2: 6-8.

Dawkins, R. (2007), *O gene egoísta*, São Paulo, Companhia das Letras.

de Finetti, B. (1974), *Theory of Probability*, John Wiley and Sons.

Dean, M. (2012), *What can neuroeconomics tell us about economics*, disponível em http://www.econ.brown.edu/fac/Mark_Dean/Working_Paper_5.pdf/, acesso em 22 de Janeiro

de 2013.

Deisseroth, K. (2010), Luz para controlar o cérebro, *Scientific American Brasil*, No. 103, pp. 34-41.

Demski, L.S.; Northcutt, R. G. (1983), *The terminal nerve: a new chemosensory system in vertebrates?*. *Science*, vol. 220, No. 4595, pp. 435-437.

Department of Philosophy University of Toronto (2009), *Decision-making: A Perspective*. Toronto. University of Toronto.

Di Lascio, M. A., Barreto, E. J. (2009), *Energia e desenvolvimento sustentável para a Amazônia Rural Brasileira: Eletrificação de comunidades isoladas*. Brasília. Kaco.

Dobb, M. (1983[1963]), *A evolução do capitalismo*, São Paulo, Abril Cultura. Título Original: *Studies in the development of capitalism* (1963), Londres, Routledge and Kegan Paul Ltd., Traduzido para o português por Manuel do Rêgo Braga.

Dornbusch, R.; Fischer, S. (2006), *Macroeconomia*, São Paulo, Pearson.

Eduardo. J. C. (2009), *Neuroeconomia*, Lisboa, Sílabo.

Ekeland, I. (1995), *O caos*, Lisboa, Instituto Piaget.

Ekeman, P. (2010), Darwin's Compassionate View of Human Nature, *The Journal of the American Medical Association*, No. 10, Vol. 303, pp. 557-558.

Engisch, K. (2001), *Introdução ao Pensamento Jurídico*, Fundação Calouste Gulbenkian.

Estevam, I. S. (2005), *Manual de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica*, Niterói, Impetus.

Fehr, E.; Camerer, C. (2007), *Social neuroeconomics: the neural circuitry of social preferences*, *Trends in cognitive sciences*, Elsevier.

Fehr, E.; Fischbacher, Ur. (2004), *Third-party punishment and social norms. Evolution and human behavior*.

Felten, D. L.; Shetty, A. N. (2010), *Atlas da Neurociência*, Rio de Janeiro, Elsevier.

Ferreira, M. A. M.; Andrade, M. (2011), A note on partial derivatives equations and utility functions, *Journal of Economics and Engineering*, Vol. 2, No. 1, pp. 23-24.

Ferreira, M. A. M.; Amaral, I. (2005), *Integrais Múltiplos e Equações Diferenciais*, Edições Sílabo-5ª Edição, Lisboa.

Ferreira, M. A. M; Amaral, I. (2002), *Cálculo Diferencial em \mathbb{R}^n* , Lisboa, Edições Sílabo-5ª Edição.

Filipe, J. A. (2009), A Note on the Drama of the Commons. How to Deal with an old Problem in Natural Resources: The Resources Overexploitation, *International Journal of Academic Research*, . 1, No. 2, November 2009, pp.162-164.

Filipe, J. A.; Coelho M.; Ferreira, M. A. M. (November 2009), The importance of the enlargement of economic exclusive zones for the fisheries, *International Journal of Academic Research*, . 1, No. 2, , pp.158-161.

Filipe, J. A., (2007), *The Drama of Fishing Commons: Cournot-Nash Model and Cooperation*, Working Paper, Departamento de Economia - ISEG (WP030/2007/DE), <http://www.iseg.utl.pt/departamentos/economia/wp/wp0302007de.pdf>., ISSN N° 0874-4548, Lisboa, ISEG/UTL.

Filipe, J. A.; Ferreira, M. A.; Coelho, M. (2007), *O Drama dos Recursos Comuns nas Sociedades Actuais: à procura de soluções para os Ecossistemas em perigo*, Edições Sílabo, Lisboa.

Filipe, J. A. (2006), *O Drama dos Recursos Comuns. Um caso de Aplicação da Teoria dos Jogos aos Comuns da Pesca. Estudo da Cooperação aplicada à pesca da sardinha nas Divisões VIIIc e IXa do ICES, Lisboa*, PhD Thesis presented at ISCTE.

Filipe, J. A.; Ferreira, M. A.; Coelho, M. (19-22 July 2006), *The Drama of the Commons: an Application of Cournot-Nash Model to the Sardine in Portuguese Waters*, Thirteen Annual International Conference on Advances in Management (ICAM 2006), Proceedings. <http://icam2006.eg.iscte.pt/>., Lisboa.

Fox, J. (2005), The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to R, *Journal of Statistical Software*, Vol. 14, No. 9.

Frank, R. H. (2008), *O naturalista da economia*, Rio de Janeiro, Best Business.

Garcia, J.R.; Saad, G. (2008), Evolutionary neuromarketing: Darwinizing the neuroimaging paradigm for consumer behaviour, *Journal of Consumer Behaviour*, Vol. 7, pp. 397-414.

Garvin, D. A.; Edmondson, A. C.; and Gino, F., (2008), Is Your Learning Organization?. *Harvard Business Review*.

Garattoni, B.; Castro, C.; Bustamante, P. (2012), As 6 máquinas que vão mudar a medicina, *Super Interessante*, São Paulo, Abril, No. 313, pp. 57-61.

Gattass, R.; Mall, J.; Andreiulo, P.A.; Feitosa, P.H. (2011), *Fundamentos de Ressonância Magnética Funcional*, Rio de Janeiro, UFRJ.

Genesove, D.; Mayer, C. (2001), Loss aversion and seller behavior: evidence from the

housing market, *Quarterly journal of economics*, No.116, Vol. 4, pp. 1233-1260.

Giannotto, (2009), *Uso de rastreamento do olhar na avaliação da experiência do tele-usuário de aplicações de TV interativa*, Apresentado como tese de mestrado, São Paulo, Escola Politécnica de São Paulo.

Gillies, D. (2000), *Philosophical Theories of Probability*, Routledge.

Gino, F.; Pisano, G. (2007), *Toward a theory of behavioral operations*, Boston, Harvard Business School.

Gladwell, M. (2009), *O ponto da virada*, Rio de Janeiro, Sextante.

Glimcher, P. W. (2008), Choice: towards a standard Back-pocket model, *The Neural Mechanism Choice*, pp. 501-519.

Glimcher, P. W. (2004), *Decisions, uncertainty, and the brain: the science of neuroeconomics*, a Bradford Book.

Goldberg, S. (2010), *Neuroanatomia Clínica: Ridiculamente Fácil*, Porto Alegre, Artmed.

Goleman, D. (2011), *O cérebro e a inteligência emocional: novas perspectivas*, Rio de Janeiro, Objetiva.

Goleman, D. (1996), *Inteligência emocional*, Rio de Janeiro, Objetiva.

Graeff, F. (2003) Serotonin, the periaqueductal gray and panic. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 28: 239-259 (2003).

Greene, J. D.; Sommerville, R. B.; Nystrom, L.E.; Darley, J.M.; Cohen; J.D. (2001), An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment, *Science*, Vol. 293, No. 5537, pp. 2105-2108.

Greene, J. D.; Nystrom, L. E.; Engell, A. D.; Darley, J.M.; Cohen; J.D. (2004), The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment, *Neuron*, Vol. 44, pp. 389-400.

Gujarati, D. (2000), *Econometria Básica*, São Paulo, Pearson Makron Books.

Gul, F.; Pesendorfer, W., (2005), *The case for mindless economics*, pp. 01-48.

Hardin, G., (1968), The Tragedy of the Commons, *Science*, No. 162, pp.1243-1248.

Hart, C. (2010), *Os segredos da serotonina*, São Paulo, Cutrix.

Harrison, G. W. (2008), *Neuroeconomics: A Critical Reconsideration*, University of Central Florida, Vol. 8, No. 1.

Hayashida, S. A.; Halbre, H. W.; Lopes, C. M.; Borato, M. G.; Corrêa, L. (2013), Endorfinas em ginecologia, acessado em (Janeiro de 2013), http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=2284.

Hill, M.; Hill, A. (2008), *Investigação por questionário*, Lisboa, Sílabo.

Hunt, E. K. (1981), *História do pensamento económico*, Rio de Janeiro, Campus.

Hunt, E. K.; Sherman, H. J. (1977), *História do pensamento econômico*, Petrópolis, Vozes.

Iyengar, S. S.; Lepper, M. R. (2000), When choice is demotivating: can one desire too much of a good thing?, *Journal of Personality and Social Psychology*.

Iorga, A. (2012), Neuromarketing in a multicultural context, *neuromarketing magazine: theory - practice*, No. 2, pp. 14-15.

Janos, M. (2009), *Matemática e natureza*, São Paulo, Livraria da Física.

Jaynes, E. T. (1995), *Probability Theory - The Logic of Science*. <http://bayes.wustl.edu/etj/prob/book.pdf>.

Jesus, J. A. L. (2011), *Condutância da pele como indicador de dor aguda no recém-nascido: estudo comparativo com frequência cardíaca, saturação de oxigênio e escalas comportamentais de dor*, Brasília, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado em Medicina.

Kahneman, D. (2012), *Rápido e devagar: duas formas de pensar*, Rio de Janeiro, Objetiva.

Kahneman, D.; Tversky, A. (2009), *Época negócios*, Rio de Janeiro, Globo.

Kahneman, D.; Kirsch, J. L.; Thaler, R. (1990), Experimental tests of the endowment effect and the Coase theorem, *Journal of Political Economy*, No. 98, pp. 1325-1348.

Kahneman, D.; Tversky, A. (1974), *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*, Science.

Kanegane, K. (2007), *Ansiedade ao tratamento odontológico de urgência e a sua relação com a dor e os níveis de cortisol salivar*, Tese de mestrado em odontologia, Universidade de São Paulo - USP.

Karam, L. (2007), *Janelas para o infinito*, Porto Alegre, Neurosoft.

King, M. W. (2000), Neurotransmissores: diversidades e funções, *Cérebro e mente: fundamentos*, disponível em http://www.cerebromente.org.br/n12/fundamentos/neurotransmissores/nerves_p.html, acesso em 23 de Novembro de 2012.

Kolmogorov, A. N. (1956[1933]), *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Berlin: Julius Springer, (1933) (in German). Translation: Kolmogorov, A., N., *Foundations of the Theory of Probability* (2nd ed.), New York: Chelsea.

Kudryovtrew, A; Cohen, G.; Pavlodsky, J. (2012), Incorporating Weekend Information in Stock Prices: Evidence from Israeli Stock Market, *Journal of Finance and Investment Analysis*, vol. 1, No. 4, pp. 1-14.

Kyburg, H. E., and Smokler, H. E. (1964), *Studies in Subjective Probability*, John Wiley and Sons, New York (1964).

Larenz, K. (1997), *Metodologia da Ciência do Direito*, Fundação Calouste Gulbenkian.

Larsen, T. (2008), *A neuroeconomics model*, Roma, IAREP/SAPE.

LeDoux, J. E. (2000), The circuits in the brain, *Annual Reviews Neural Science*, No. 23, pp. 155-184.

LeDoux, J. E (1998), Fear and the brain: where have we been, and where are we going?, *Biological Psychiatry*, Vol. 44, No. 12, pp. 1229-1238.

Ledoux, J. (1996). *O cérebro emocional: Os misteriosos alicerces da vida emocional*, Rio de Janeiro, Objetiva.

Lee, D. (2005), Neuroeconomics: making risky choices in the brains, *Nature Neuroscience*, Vol. 8, No. 9, pp. 1129-1130.

Levitt, S.D.; Dubner, S.J. (2009), *Freakonomics*, New York, Harper.

Levy, N. (2009), Ethical and Political Challenges, *Ethics & Politics*, Vol. XI. Melbourne.

Lima, M; Sapiro, A.; Vilhena, J. B.; Gangana, M. (2007), *Gestão de Marketing*, Rio de Janeiro, FGV.

Lindstrom, M. (2009), *Época negócios*, Rio de Janeiro, Globo.

Lindstrom, M. (2008), *Buyology: How everything we believe about why we buy is wrong*, House Business Books.

Lopes, J. C.; Rosseti, J. P. (1993), *Economia monetária*, São Paulo, Atlas.

Lopes, L. M.; Vasconcellos, M. A. (2000), *Manual de Macroeconomia*, Atlas, São Paulo.

Luque, C. A.; Schor, S. M., (2000), *Manual de macroeconomia*, São Paulo, Atlas.

Macrae, C. N.; Heatherton, T. F.; Kelly, M. (2004), A self less ordinary: the medial prefrontal cortex and you, *Cognitive Neurosciences*, No. 3

Makridakis, S.; Hibon, M. (2000), The M3-Competition: results, conclusions and implications, *International Journal of Forecasting*, Vol. 16, pp. 451-476.

Maldonado M.; Dell'orco, S. (2010), Esferas conscientes e inconscientes, *American Science Brasil*, No. 40, pp. 22-29.

Marqués, G. (2009), ¿De qué sirve maximizar la utilidad esperada?, *Racionalidad, Economía e Interdisciplinariedad*, Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas/Universidade de Buenos Aires.

Marx, K.; Engels, F. (2009), *O manifesto comunista*, São Paulo, Paz e Terra.

Marx, K. (2002), *Manuscritos Econômicos-Filosóficos*, São Paulo, Martin Claret.

Marx, K. (1982), *Para a critica da economia política; salário, preço e lucro; o rendimento e suas fontes*, São Paulo, Abril Cultural.

Matesco, V. R. (2007), *Economia aplicada*, Rio de Janeiro, FGV.

McClure, S. M.; Li, J.; Tomlin, D.; Cypert, K.S.; Montague, L.M; Montague, P. R. (2004), Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks, Vol. 44, No. 2, pp. 379-387.

Medeiros, R. (2012), Cérebro: um simulador de ação, *Psique*, No. 76, pp. 24-31.

Medina, J. (2010), Ninguém presta atenção em coisa chata, *Scientific American (mente & cérebro)*, São Paulo, Duetto.

Mignozzetti, U. G. (2009), *Introdução ao R Commander*, disponível em <http://www.nadd.prp.usp.br/cis/arqs/aprcmdr.pdf>, acesso em 5 de Fevereiro de 2013.

Mill, J. S. (1885), *Principles of political economy*, New York, D. Appleton and Company.

Monasterio, A. (2005), Las Implicaciones Morales de la neuroeconomía, *Fronésis*, San Sebastian.

Montague, P. R. (2007), Neuroeconomics: a view from neuroscience, *Functional Neurology*, No. 22, pp. 219-234.

Morin, C. (2012), Neuromarketing and ethics, *Neuromarketing: theory & practice*, No.1, pp. 14-17.

Morse, G. (2009), No horizonte: seis fontes de energia ilimitadas?, *Harvard Business Review*.

Murteira, B. J. F. (1988), *Estatística: Inferência e Decisão*, Imprensa Nacional - Casa da Moeda.

Nascimento, M. J. (2011), *O papel da neurociência no processo de aprendizagem*, Rio de Janeiro, Universidade Candido Mendes.

Nascimento, L. (2006), *Gestores de pessoas*, Rio de Janeiro, Qualitymark.

Neumaerker, B. (2007), Neuroeconomics and the Economic Logic of Behavior, *Analyse & Kritik*, No. 29, pp. 60-85.

Nogami, O.; Passos, C. M. (1999), *Princípios de economia*, São Paulo, Pioneira.

Oliveira, M. (2010), *Anatomia, neurologia e sistema nervoso*, <http://www.infoescola.com/anatomia-humana/cerebro/>.

Oullier, O. (2012), Clear up this fuzzy thinking on brain scans, *Nature*, www.nature.com.

Ovadia, D. (2010), *O prazer de doar*, Scientific American, No. 215, São Paulo, Duetto.

Pankseep, J. (1998), *Affective neuroscience*, Disponível em <http://archive.ispub.com/journal/the-internet-journal-of-mental-health/volume-7-number-1/anger-by-any-other-name-sampling-the-domain.html#sthash.GqkgCIWn.dpuf>, acesso em Maio de 2013, New York: Oxford University Press.

Pelissari, R. (2009), *Análise empírica de dados multinomiais*, Tese de Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP.

Perelman, C. (1990), *Ética e Direito*, Coleção Direito e Direitos do Homem. Instituto Piaget.

Peters, T. (1998), *O círculo da inovação*, São Paulo, Harbra.

Phelps, E. A. (2008), Social Decision-Making, Neuroeconomics and Emotion, *The Study of Emotion in Neuroeconomics*, pp. 233-247.

Pindyck, R. (2002), *Microeconomia*, São Paulo, Pearson.

Renvoisé, P.; Morin, C. (2009), *Neuromarketing: O centro nevrálgico da venda*, Lisboa, Smartbook.

Ricardo, D. (1962), *The principles of political economy and taxation*, Londres, Dent.

Rizzoletti, G.; Fogassi, L.; Gallese, V. (2010), Espelhos da mente, *Scientific American*, No. 40, pp. 69-77.

Robert, J. M. (1994), *O cérebro*, Lisboa, Instituto Piaget.

Rocha, A. F.; Massad, E.; Rocha, F. T., The Neuroeconomics of Emotional Conflicts in Moral Dilemma Judgment, disponível em <http://www.eina.com.br/trabalhos/dilema.pdf>, acessado em 9 de Abril de 2013.

Rodrigues, F. (2011), *Influência do Neuromarketing nos processos de tomada de decisão*, Viseu, Psicosoma.

Rodrigues, F.; Búrcio, C.; Sequeira, S.; Ferreira, S. C. (2011), A amígdala e núcleo accumbens no processo de tomada de decisão, *Influência do Neuromarketing nos processos de tomada de decisão*, Viseu, Psicosoma.

Rolls, E. (1999), Spatial view cells and the representation of place in the primate hippocampus, disponível em <http://www.utdallas.edu/~tres/spatial/rolls.99.pdf>, acesso em Maio de 2013.

Samuelson, P. A. (1972), *Introdução à análise económica*, Rio de Janeiro, Agir.

Sanches, L. A. (2011), A geografia da energia no Brasil: Parte 1, *Geografia*, No. 38, São Paulo, Escala, pp. 40-47.

Sandroni, P. (2007), *Novíssimo dicionário de economia*, São Paulo, Best Seller.

Savage, L. J. (1954), *The Foundations of Statistics*, John Wiley and Sons, Inc. New York.

Scarone, E. R. (2009), La evolución de valor económico y La teoría de La Decisión, *Racionalidad, economía e interdisciplinabilidad*, Facultad de Ciencias Económicas/Universidad de Buenos Aires, pp. 11-58.

Schumpeter, J. A. (1982[1964]), *Teoria do desenvolvimento econômico*, São Paulo, Abril Cultural. Título Original: *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung* (1964), Duncker & Humblot. Traduzido para o Inglês por Redvers Opie.

Simson, A. K. (2010), Neuromarketing, emotions and campaigns, *Management of Creative Business Processes*.

Simonsohn, U.; Karlsson, N.; Loewenstein, G.; Ariely, D. (2008), The tree of experience in the forest of information: Overweighing experienced relative to observed information, *Games and Behavioral Economics*, pp. 62, 263-286, Elsevier.

Smith, A. (1996[1776]), *A riqueza das nações: investigação sobre a sua natureza e suas causas*, São Paulo, Nova Cultura. Título Original: *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (1776), W. Strahan e T. Cadell. Traduzido para o português por Luiz João Baraúna.

Taleb, N. (2009), *A lógica do cisne negro*, Rio de Janeiro, Best Seller.

Tassi, L. E. (2011), *Desempenho de Ratos em jogo estratégico e modulação dopaminérgica*, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Departamento de Fisiologia.

Tavares, T. F. (2008), Eye tracking e a fonoaudiologia: teoria e práticas atuais, *Revista brasileira de fonoaudiologia*, vol. 13, No. 4.

Teixeira, A.; Porto, E. (2009), *Época negócios*, Rio de Janeiro, Globo.

Tetlock, P. E. (2006), *Expert Political Judgment: How Good Is It? How Can We Know?*, Princeton University Press.

Thaler, R. H.; Sunstein, C.R. (2008), *Nudge*, Lisboa, Academia do Livro.

Toledo, G. L. (2010), Memética: a invasão das mentes, *Filosofia*, São Paulo. Escala.

Tversky, A.; Kahneman, D. (1982), *Judgments of and by representativeness*, Cambridge University Press, pp. 84-98.

Tversky, A.; Kahneman, D. (1981), The framing of decisions and the psychology of choice, *Science, News Series*, Vol. 211, No. 4481, pp. 453-458.

Tversky, A.; Kahneman, D. (1974), Judgment under uncertainty: heuristics and biases, *Science*.

Tyszka, T.; Zielonka, P. (2002), Expert Judgments: Financial analysts Versus Whethar forecasters, *Journal of Psychology and Financial Markets*, Vol. 3, No. 3, pp. 152-160.

Varian, H. (2006), *Microeconomia: princípios básicos*, Rio de Janeiro, Campus.

Vasconcellos, S. J.; Machado, S. S. (2006), Construtivismo, psicologia experimental e neurociência, *Psicologia Clínica*, Vol. 18, No. 1, pp. 83-94.

Velasquez, D. (2011), *Cérebro triuno*, disponível em <http://davidvelasquez-01.blogspot.com.br/2011/10/cerebro-triuno.html>., acesso em 25 de Outubro de 2012.

Vergara, S. C. (2004), *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*, São Paulo, Atlas.

Walter, O. M.; Henning, E.; Samohyl, R. W. (2011), *R commander como suporte no ensino de controle estatístico da qualidade*, Blumenal, COBENGE.

Wel, P.; Tompakow, R. (1986), *O corpo fala*, Rio de Janeiro, Vozes.

Zack, P. J. (2004), *Neuroeconomics*, the royal society, No. 359, pp. 1737-1748.

Zimmer, C. (2010), Quem sou eu?, *American Science Brasil*, No. 40, pp. 7-13.

Outros Documentos

ANEEL. Disponível em <http://www.aneel.gov.br>, acesso em 22 de Dezembro de 2012.

ANP. Disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em 22 de Dezembro de 2012.

Associação Paulista de Supermercados, 2011. Inovação: simplificando a vida do consumidor. APAS.

Dialética Marxista (2012), Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Dialética_marxista, acesso em 16 de Setembro de 2012.

Eletrobras (2012), Disponível em <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm>, acesso em 22 de Dezembro de 2012.

Escelsa (2012), História da energia elétrica no brasil, <http://www.escelsa.com.br/aescelsa/historia-ee-brasil.asp>.

Garrison Institute Report, (2010), Behavioral economics, neuroeconomics, and climate change policy, *Baseline Review for the Garrison Institute Initiative on Climate Change Leadership*.

Governo do Pará, (2006). Oportunidades do Pará. Belém. Michelin.

IBGE. (2008), *O Brasil em numeros*, Rio de Janeiro, IBGE.
<http://www.mdtbneurociencia.blogspot.com.br/2010/04/o-cerebro.html>.

Image credit: http://pt.123rf.com/photo_17753193_human-brain.html mitay20 / 123RF Banco de Imagens

Image credit: http://pt.123rf.com/photo_13920233_pink-brain-a-top-view.html stockerteam / 123RF Banco de Imagens

Lei Eusébio de Queirós, disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_Eusébio_de_Queirós, 2012, acesso em 13 de Novembro de 2012.

Ministério de Minas e Energias. Disponível em <http://www.mme.gov.br/mme>, acesso em 22 de Dezembro de 2012.

Petrobras (2012), Disponível em <http://www.petrobras.com.br/pt/>, acesso em 22 de Dezembro de 2012.

Programa Luz Para Todos. Disponível em

BIBLIOGRAFIA

http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp, acesso em 22 de Dezembro de 2012.

ANEXO A

Estudos sobre o sector energético do Brasil

Levando em conta a necessidade de expansão da produção nacional o Governo brasileiro decidiu construir uma usina hidroelétrica bastante próxima ao local onde moram 600 famílias, portanto, certamente a construção desta usina afectará de alguma forma os lares destas famílias (por conta de inundações necessárias) fazendo com que estas possam perder os seus lares em definitivo.

Levando em conta o cenário descrito, agora imagine que você é o gestor da empresa de energia no Brasil responsável pela construção da usina e terá que tomar uma importante decisão acerca do futuro daquelas 600 famílias. Para tal, escolha uma das seguintes alternativas:

- () Alternativa A – com certeza 200 famílias serão preservadas no local.
- () Alternativa B – probabilidade de 1/3 de que as 600 famílias sejam mantidas no local e de 2/3 de que nenhuma família fique lá.

Obs: Somente passe a seguinte questão após responder à questão anterior.

Você é um gestor de sorte e o seu estagiário lhe aparece com mais duas alternativas. Agora decida entre uma delas:

- () Alternativa C – com certeza 400 famílias perderão seus lares.
- () Alternativa D – probabilidade de 2/3 de que as 600 famílias percam seus lares e 1/3 de que nenhuma família perca seu lar.

Muito Obrigado!

ANEXO B

Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE/IUL)
Programa de Doutoramento de Métodos Quantitativos
Aluno: José Chavaglia Neto
Orientador: José António Filipe
Pesquisa: Neuroeconomia

1. Qual o seu sexo?

() Masculino () Feminino

2. Qual a sua idade?

R: _____ anos.

3. Qual destes grupos sociais você considera ser o principal responsável pela não utilização em larga escala de energias renováveis na Amazônia? (Assinale com um x)

() Ribeirinhos

() Indígenas

() Políticos

() Eletrobras

() Executivos/empresários

Muito Obrigado!

ANEXO C

Figura 1- Heatmap/Executivos



Fonte: Pesquisa de Campo

Figura 2 - Gaze Plot



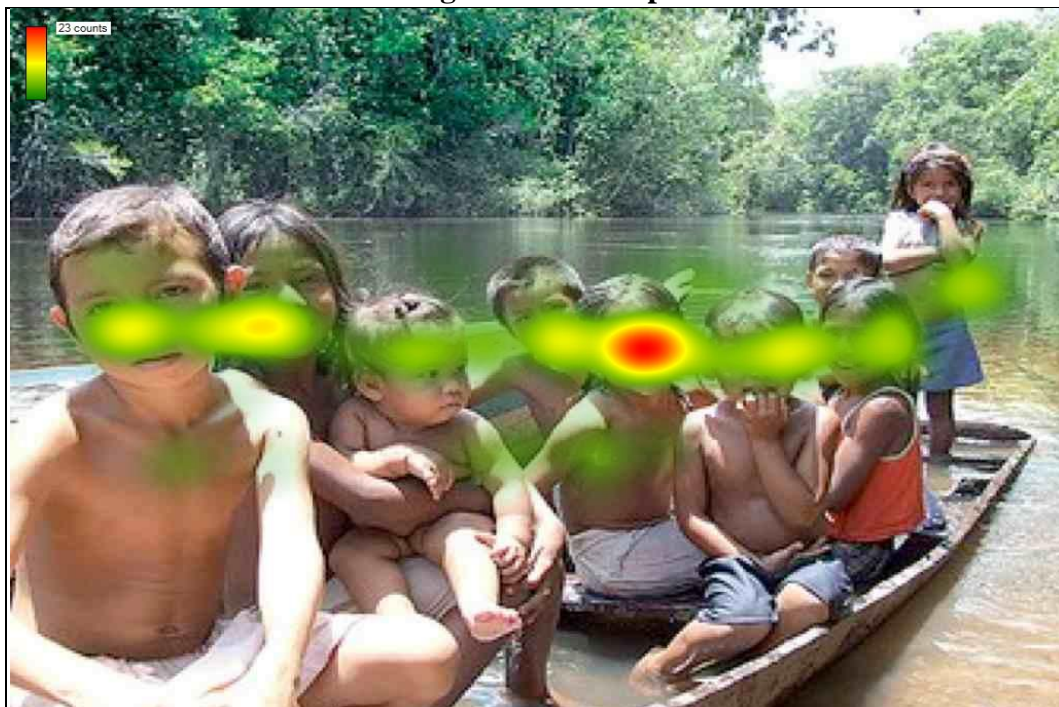
Fonte: Figura de Campo

Figura 3 - Cluster/Executivos



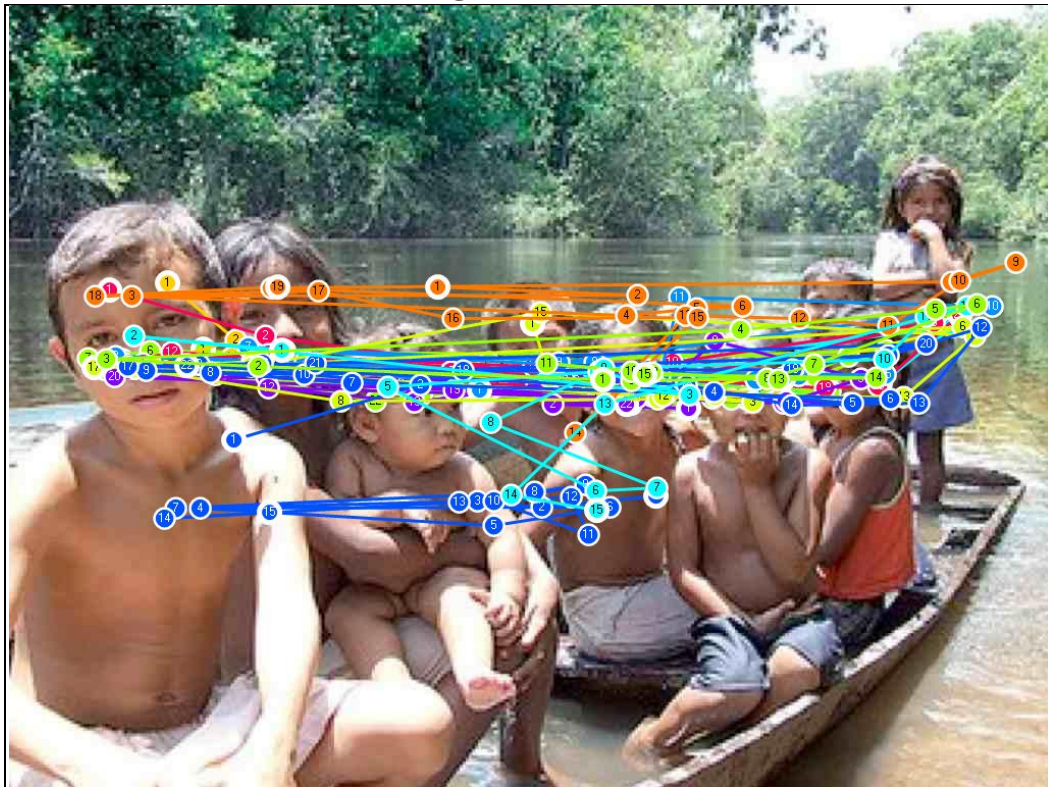
Fonte: Pesquisa de campo

Figura 4 - Hetmap/Ribeirinhos



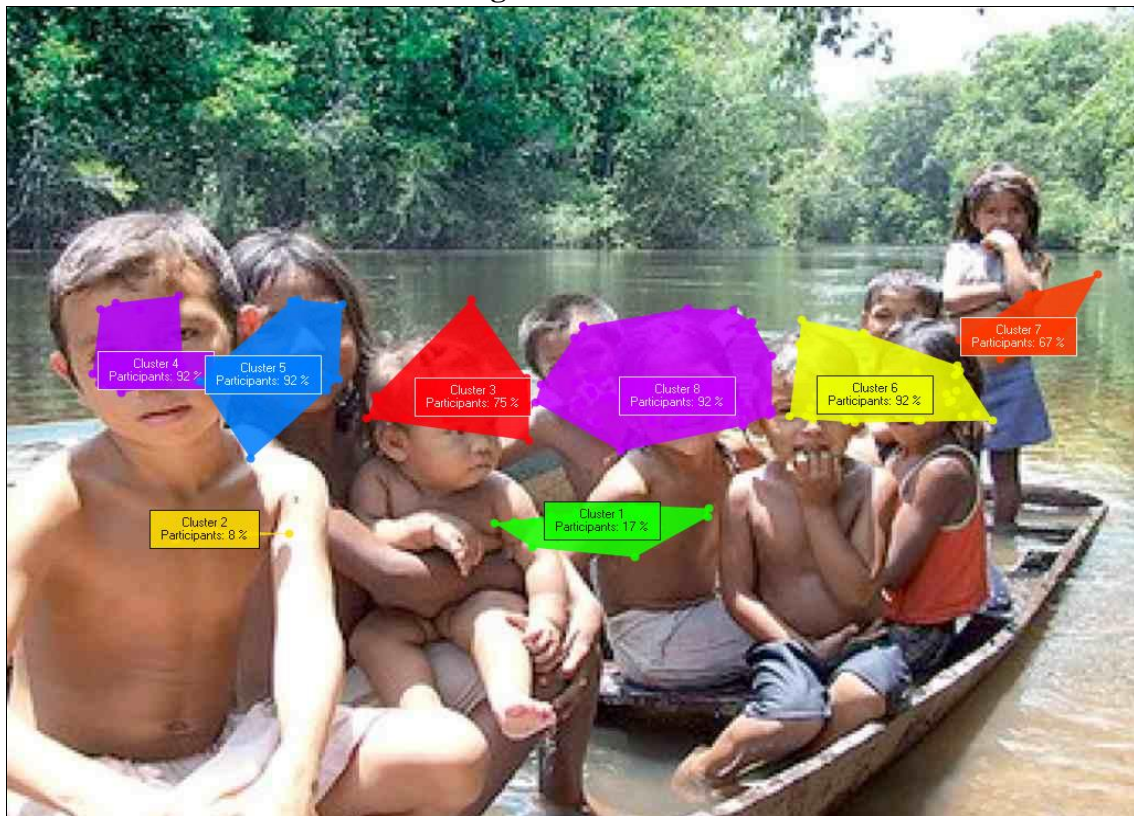
Fonte: Pesquisa de campo

Figura 5 - Gaze Plot/Ribeirinhos



Fonte: Pesquisa de Campo

Figura 6 - Cluster/Ribeirinhos



Fonte: Pesquisa de campo

Figura 7 - Heatmap/Eletronorte



Fonte: Pesquisa de campo

Figura 8 - Gaze Plot/Eletronorte



Fonte: Pesquisa de campo

Figura 9 - Cluster/Eletróbrás



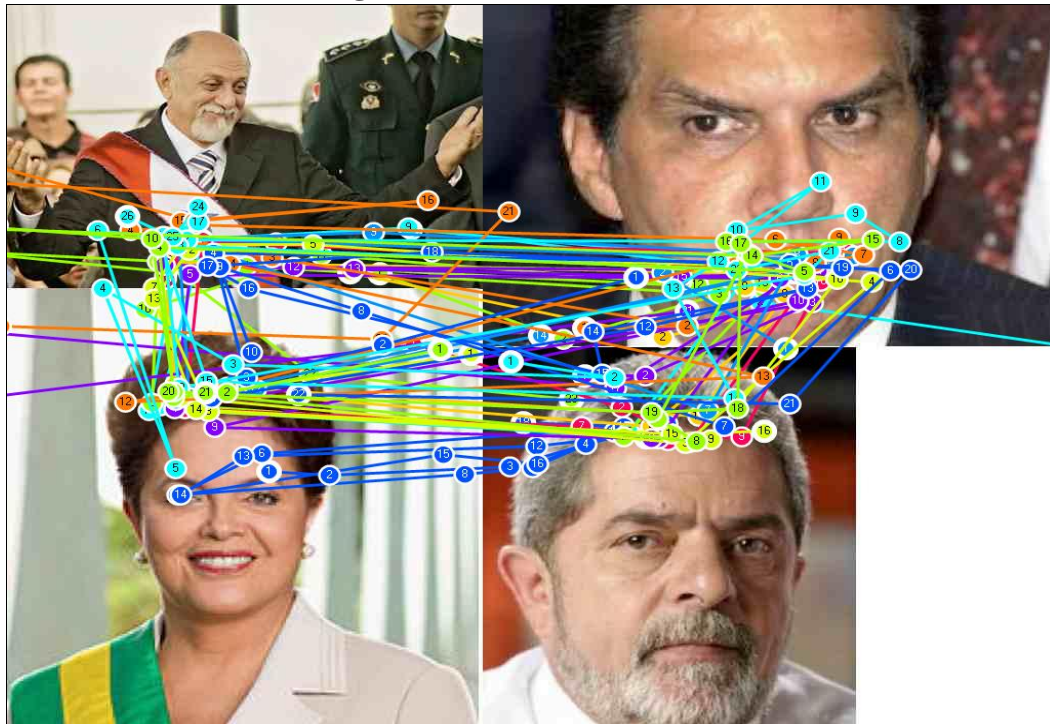
Fonte: Pesquisa de Campo

Figura 10 - Heatmap/Políticos



Fonte: Pesquisa de campo

Figura 11 - Gaze Plot/Políticos



Fonte: Pesquisa de campo

Figura 12 - Cluster/Políticos



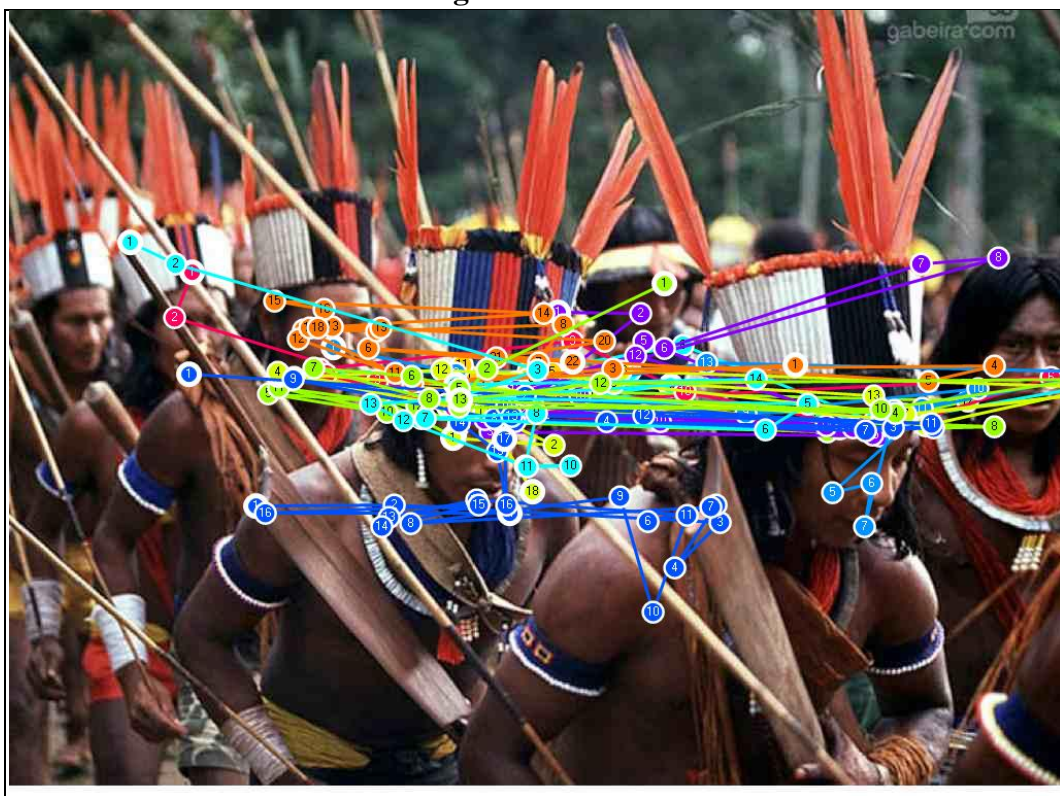
Fonte: Pesquisa de campo

Figura 13 - Heatmap/índios



Fonte: Pesquisa de campo

Figura 14 - Gaze Plot/índios



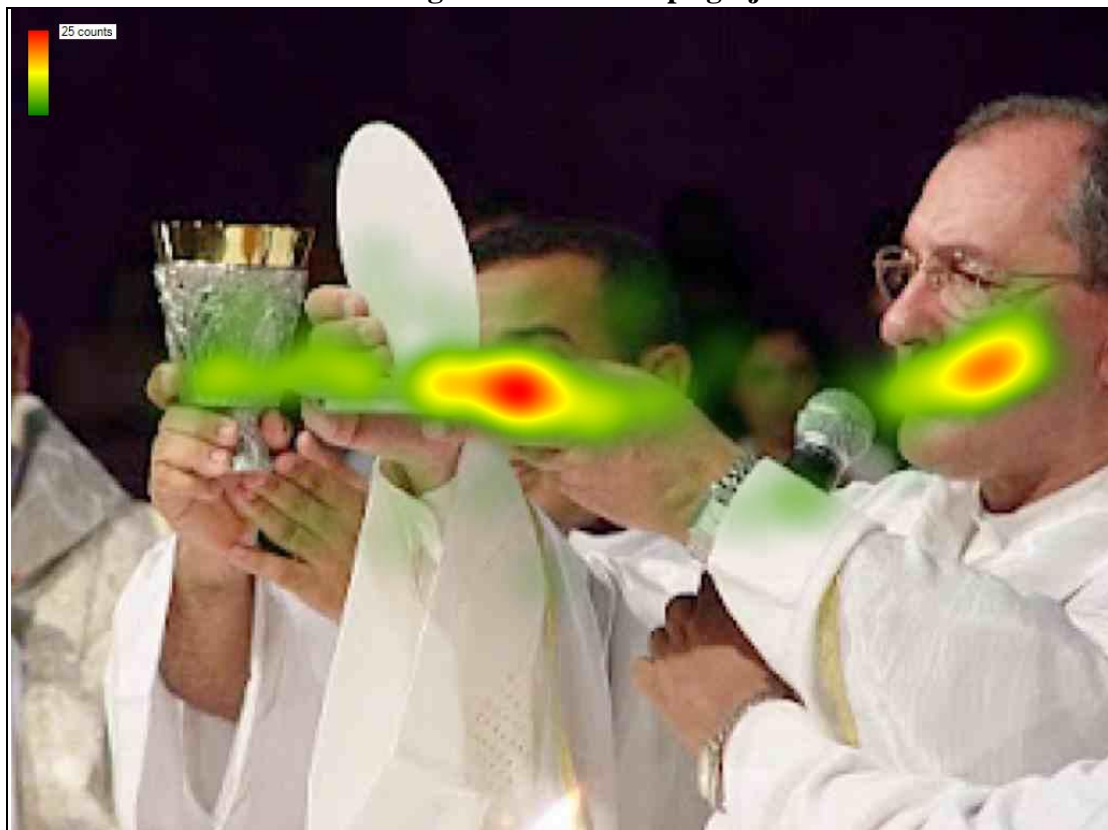
Fonte: Pesquisa de campo

Figura 15 - Cluster/índios



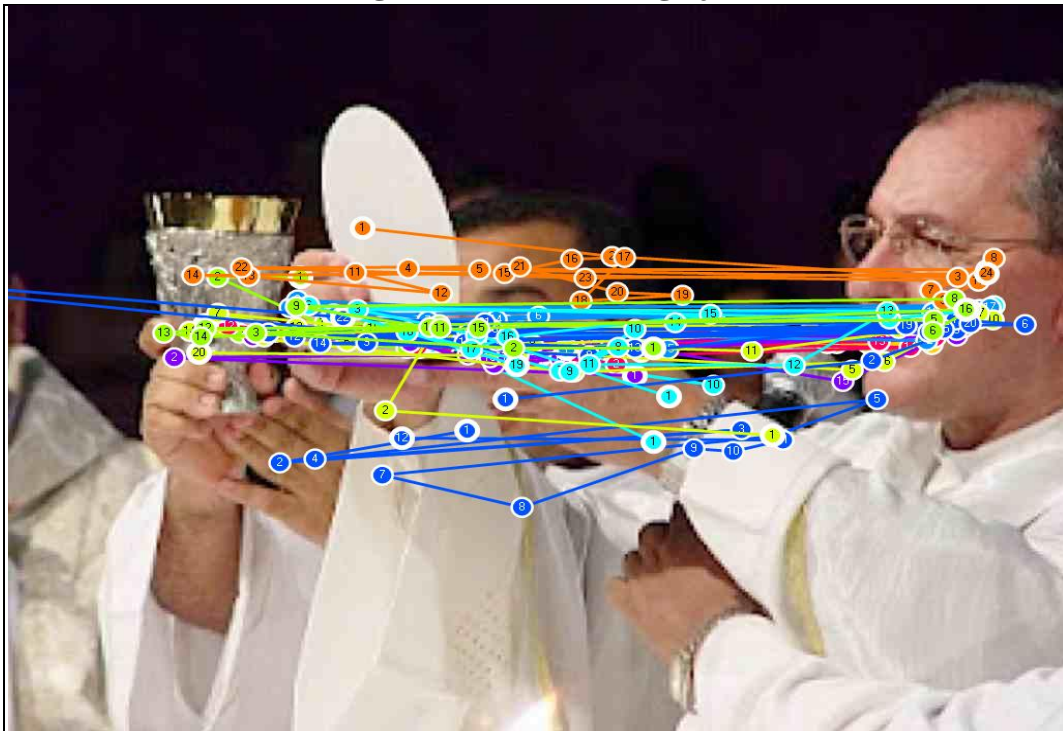
Fonte: Pesquisa de campo

Figura 16 - Heatmap/Igreja



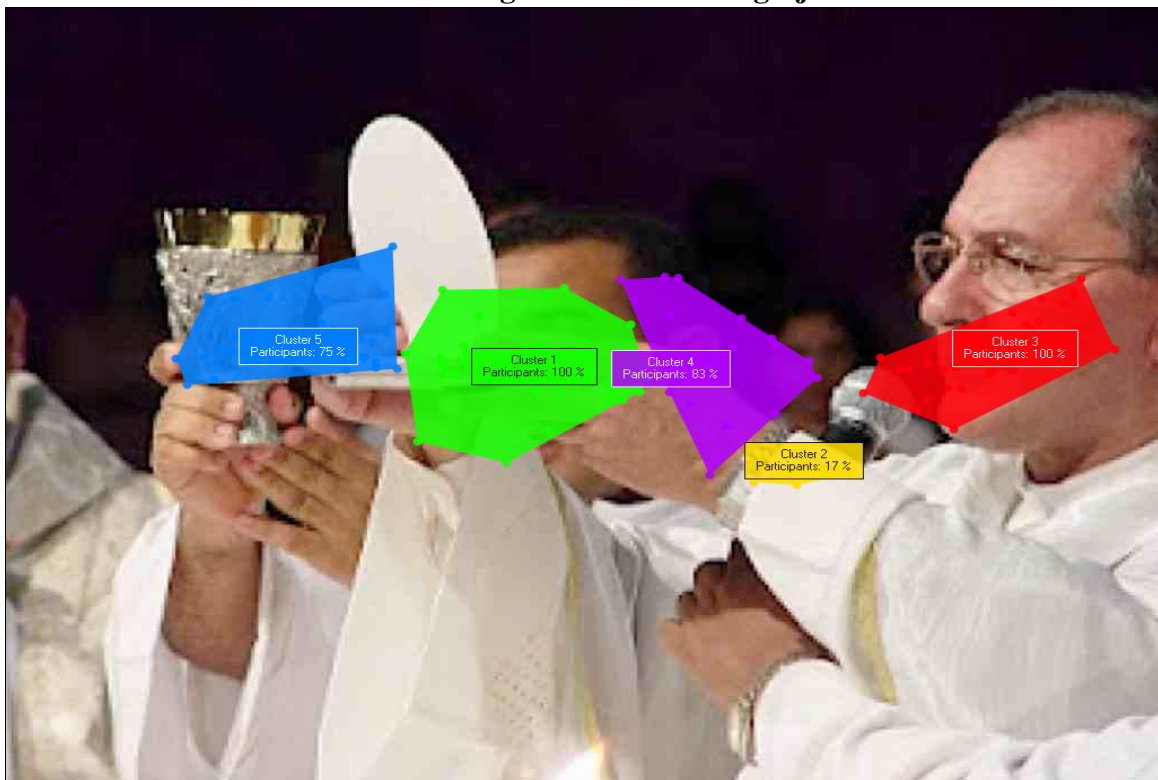
Fonte: Pesquisa de campo

Figura 16 - Gaze Plot/Igreja



Fonte: Pesquisa de campo

Figura 17 - Cluster/Igreja



Fonte: Pesquisa de campo

ANEXO D - Resultados Face Reading

Tabela 1 - Eletrobras

Voluntario	Estímulo	Emoção						
	Eletrobras	Alegria	Surpresa	Raiva	Medo	Tristeza	Nojo	Desconhecido
Vol 1		1	0	0	0	0	0	0
Vol 2		0	0	0	0	1	1	0
Vol 3		0	0	0	0	0	0	0
Vol 4		0	0	0	0	1	0	0
Vol 5		0	0	0	0	0	0	0
Vol 6		0	0	0	0	0	0	0
Vol 7		0	0	0	0	0	0	0
Vol 8		0	0	0	0	0	0	0
Vol 9		0	0	0	0	0	0	0
Vol 10		0	0	0	0	0	0	0
Vol 11		0	0	0	0	0	0	0
Resultado final		1	0	0	0	2	1	0

Tabela 2 - Políticos

Voluntários	Estímulo	Emoção						
Vol 1	Políticos	Alegria	Surpresa	Raiva	Medo	Tristeza	Nojo	Desconhecido
Vol 2		0	0	0	0	0	0	0
Vol 3		0	0	1	0	0	0	0
Vol 4		0	0	0	0	1	0	0
Vol 5		0	0	0	0	1	0	0
Vol 6		0	0	0	0	0	0	0
Vol 7		0	0	0	0	0	0	0
Vol 8		0	0	0	0	0	0	0
Vol 9		0	0	0	0	0	0	0
Vol 10		0	0	3	0	0	0	0
Vol 11		0	0	0	0	0	0	0
		0	0	2	0	0	0	0
Resultado final								
		0	0	6	0	2	0	0

Tabela 3 - índios

Voluntários	Estímulo	Emoção						
	índios	Alegria	Surpresa	Raiva	Medo	Tristeza	Nojo	Desconhecido
Vol 1		0	0	0	0	0	0	0
Vol 2		0	0	0	0	1	1	0
Vol 3		0	0	0	0	0	0	0
Vol 4		0	0	0	0	2	0	0
Vol 5		0	0	0	0	0	0	0
Vol 6		0	0	0	0	0	0	0
Vol 7		0	0	0	0	0	0	0
Vol 8		0	0	0	0	0	0	0
Vol 9		0	0	1	0	0	0	0
Vol 10		0	0	0	0	0	0	0
Vol 11		0	0	1	0	0	0	0
Resultado final		0	0	2	0	3	1	0

Tabela 4 - Executivos

Voluntários	Estímulo	Emoção						
	Executivos	Alegria	Surpresa	Raiva	Medo	Tristeza	Nojo	Desconhecido
Vol 1		0	0	0	0	0	0	0
Vol 2		0	1	0	0	1	1	0
Vol 3		0	0	0	0	0	0	0
Vol 4		0	0	0	0	0	0	0
Vol 5		0	0	0	0	0	0	0
Vol 6		0	0	0	0	0	0	0
Vol 7		0	0	0	0	0	0	0
Vol 8		0	0	0	0	0	0	0
Vol 9		0	0	0	0	0	0	0
Vol 10		0	0	0	0	0	0	0
Vol 11		0	0	0	0	0	0	0
Resultado final		0	1	0	0	1	1	0

Tabela 5 - Igreja

	Estímulo	Emoção						
	Igreja	Alegria	Surpresa	Raiva	Medo	Tristeza	Nojo	Desconhecido
Vol 1		0	0	0	0	0	0	0
Vol 2		0	0	1	0	0	1	0
Vol 3		0	0	0	0	0	0	0
Vol 4		0	0	0	0	1	0	0
Vol 5		0	0	0	0	0	0	0
Vol 6		0	0	0	0	0	0	0
Vol 7		0	0	0	0	0	0	0
Vol 8		0	0	0	0	0	0	0
Vol 9		0	0	1	0	0	0	0
Vol 10		0	0	0	0	0	0	0
Vol 11		0	0	1	0	0	0	0
Resultado final		0	0	3	0	1	1	0

Tabela 6 - Ribeirinhos

Voluntários	Estímulo	Emoção						
	Ribeirinhos	Alegria	Surpresa	Raiva	Medo	Tristeza	Nojo	Desconhecido
Vol 1		0	0	0	0	0	0	0
Vol 2		0	0	2	0	0	2	0
Vol 3		0	0	0	0	0	0	0
Vol 4		0	0	0	0	1	0	0
Vol 5		0	0	0	0	0	0	0
Vol 6		0	0	0	0	0	0	0
Vol 7		0	0	0	0	0	0	1
Vol 8		0	0	0	0	0	0	0
Vol 9		0	0	0	0	0	0	0
Vol 10		0	0	0	0	0	0	0
Vol 11		0	0	0	0	0	0	0
Resultado final		0	0	2	0	1	2	1

ANEXO E

Tabela 1 - Tempo para a Primeira Fixação

RESULTADOS IMAGENS JUNTAS								
Voluntários	Idade	Sexo	TPF_eletr obras	TPF_exec utivos	TPF_igrej a	TPF_indi os	TPF_Polít icos	TPF_Ribe irinhos
Vol 1	Acima de 46	F	4,3	1,9	0,5	0	0,4	1,4
Vol 2	26 a 35	F	3,2	2,7	-	-	0,4	0,3
Vol 3	26 a 35	M	0	0,6	-	-	1,5	0,9
Vol 4	36 a 45	M	0,8	1,6	3,1	0,5	1,2	0,2
Vol 5	Acima de 46	F	1,1	0,8	-	-	0,4	2,6
Vol 6	36 a 45	F	-	3,6	0,3	0	1,4	5,4
Vol 7	Acima de 46	M	1,1	4,4	-	-	0,3	1,5
Vol 8	18 a 25	M	1,7	3,8	5,6	-	0	2,2
Vol 9	36 a 45	M	0,4	9,6	-	1,1	1,3	0
Vol 10	18 a 25	M	0,8	0	-	-	2	0,3
Vol 11	36 a 45	M	0,9	2,5	5,7	0,7	0	1,4

Fonte: Pesquisa de campo

Tabela 2 - Duração da Fixação

	DF_Eletrobra s	DF_executiv os	DF_igreja	DF_Indios	DF_poíticos	DF_ribeirinh os
Vol 1	0,6	0,2	0,4	0,2	0,1	0,3
Vol 2	0,3	0,2	-	-	0,4	0,1
Vol 3	0,4	0,3	-	-	0,4	0,2
Vol 4	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3
Vol 5	0,2	0,3	-	-	0,5	0,5
Vol 6	-	0,2	0,5	0,3	0,3	0,1
Vol 7	0,2	0,4	-	-	0,2	0,2
Vol 8	0,5	0,4	0,3	-	0,4	1,2
Vol 9	0,2	0,4	-	0,2	0,3	0,2
Vol 10	0,7	0	-	-	0,2	0,2
Vol 11	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3

Fonte: Pesquisa de campo

Tabela 3 - Quantidade de Fixações

Voluntários	QF_eletrobra s	QF_executiv os	QF_igreja	QF_índios	QF_políticos	QF_Ribeirinh os
Vol 1	5	3	4	4	7	7
Vol 2	8	2	-	-	7	4
Vol 3	3	6	-	-	8	7
Vol 4	3	7	1	2	8	5
Vol 5	5	2	-	-	8	3
Vol 6	-	1	4	3	16	1
Vol 7	3	3	-	-	10	10
Vol 8	3	4	2	-	8	4
Vol 9	1	1	-	1	15	5
Vol 10	1	5	-	-	9	4
Vol 11	3	5	1	4	13	4

Fonte: Pesquisa de campo

Tabela 4 - Porcentagem de Fixação

Voluntários	Percentage Fixated_Eletr oba	Percentage Fixated_Emp res	Percentage Fixated_Igrej a	Percentage Fixated_Índio s	Percentage Fixated_Polit icos	Percentage Fixated_Ribe irinhas
Vol 1	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Vol 2	100%	100%	0%	0%	100%	100%
Vol 3	100%	100%	0%	0%	100%	100%
Vol 4	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Vol 5	100%	100%	0%	0%	100%	100%
Vol 6	0%	100%	100%	100%	100%	100%
Vol 7	100%	100%	0%	0%	100%	100%
Vol 8	100%	100%	100%	0%	100%	100%
Vol 9	100%	100%	0%	100%	100%	100%
Vol 10	100%	100%	0%	0%	100%	100%
Vol 11	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Pesquisa de campo