



DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**MERCADOS FINANCEIROS COMO SISTEMAS  
ADAPTATIVOS COMPLEXOS**

Aluno: Thiago Di Blasi

Matrícula: 0713325

Orientador: Prof. Vinícius Carrasco.

Dezembro 2010.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO



DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

## **MERCADOS FINANCEIROS COMO SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEXOS**

**“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor”**

Aluno: Thiago Di Blasi

Matrícula: 0713325

Orientador: Prof. Vinícius Carrasco.

Dezembro 2010.

**“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”**

## **Agradecimentos**

À Deus pela sua fidelidade e por abençoar meu caminho.

À minha família pelo amor e pela educação.

Ao meu orientador, Prof. Vinícius Carrasco por sua atenção, sensibilidade e apoio.

Aos meus amigos que tiveram papel fundamental no cotidiano acadêmico e pessoal, em especial Laíz Trambaioli e Thales Bitencourt.

Aos colegas da Dynamo que sempre incentivaram um crescimento intelectual, em especial o Sr. Fernando Pires pelo despertar do presente assunto.

E a todos que colaboraram direta ou indiretamente para tornar o projeto uma realidade.

“A melhor maneira que o homem dispõe para se aperfeiçoar é aproximar-se de Deus.”  
(Pitágoras)

## **Resumo**

O presente trabalho trata de formulações nas tomadas de decisões, em especial as escolhas financeiras. A fim de uma melhor percepção econômica acerca das variáveis que nos cercam, a Monografia segue uma passagem pelos modelos tradicionalmente aceitos e utilizados. Visto que um melhor entendimento das formulações auxilia o desenvolver de teorias complementares.

Tratamos da Hipótese dos Mercados Eficientes e as suas características. De inovações trazidas pela Teoria Prospectiva e Behavioral Finance. E por último chegamos a Hipótese dos Mercados Adaptativos e aos Sistemas Adaptativos Complexos.

Fazendo sempre um paralelo com o mercado financeiro, as formulações buscam ajudar em uma melhor compreensão destes. E demonstrando a existência de situações nas quais os mercados agem de forma diferente da sugerida pelas teorias tradicionais, compreendendo os motivos causadores de tais comportamentos, anseio elevar o grau de conhecimento sobre o processo decisório financeiro.

## **Palavras e expressões chaves**

Hipótese dos Mercados Eficientes (HME), Behavioral Finance (BF) e Sistemas Adaptativos Complexos (SACs).

## SUMÁRIO:

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. CRISE ECONÔMICA .....</b>	<b>10</b>
2.1 A RECENTE CRISE ECONÔMICA .....	10
2.2 QUESTIONAMENTOS .....	13
<b>3. A HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES (HME).....</b>	<b>14</b>
3.1 A TEORIA .....	15
3.2 CONSIDERAÇÕES .....	20
<b>4. A HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES (HME).....</b>	<b>23</b>
4.1 TEORIA PROSPECTIVA .....	23
4.2 <i>BEHAVIORAL FINANCE</i> .....	26
4.3 COMENTÁRIOS .....	31
<b>5. SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEXOS (SACs).....</b>	<b>32</b>
5.1 TEORIA E CARACTERÍSTICAS .....	33
5.2 MERCADOS FINANCEIROS COMO SACs.....	36
5.3 SACs COMO UMA TERCEIRA VIA .....	39
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>

## 1. Introdução

A recente crise econômica e financeira, posta a tona pelo mercado imobiliário norte americano, possibilitou a observância de fatos *a priori* inesperados. Em um curto espaço de tempo, o mundo estava com o seu sistema financeiro colapsado, em uma espiral de reações e movimentos que entravam em um círculo vicioso de aversão a risco. A iliquidez quase que imediata do mercado de crédito dos Estados Unidos foi apenas um indício da ferocidade que estava para atingir as economias mundiais, sobretudo as dos países desenvolvidos. Quais seriam os *triggers* desta e das demais crises? Por que os modelos predominantemente eficazes não conseguiram prever a ruptura? Existiriam sintomas imprevisíveis? A ciência econômica precisa de um *track record* mais longo? Estas são apenas algumas das questões que levaram a busca por teorias que possuam uma maior aproximação da realidade e que englobem cenários nos quais o caminhar do agregado racional possa andar em direções inesperadas.

Não há dúvidas que os agentes econômicos atuantes no mercado financeiro se utilizam, via racionalidade, das informações disponíveis a fim de obter os melhores resultados possíveis, tanto nos retornos esperados quanto na relação custo x benefício. Tais tomadores de decisões, como gestores e *traders* por exemplo, fazem uso de modelos mentais que balizam suas escolhas, principalmente nas que demandam imediatismo.

A Hipótese dos Mercados Eficientes (HME) mostrou-se um modelo mental predominante em finanças e mercados bursáteis. Conforme será visto no decorrer da Monografia, tal hipótese carrega algumas considerações importantes que regem o comportamento dos ativos. Considerações estas que, majoritariamente, funcionam muito bem aos propósitos que lhe foram postas. Porém, acabam por minimizar a perceptividade da ocorrência de um *Black Swan event*<sup>1</sup>. Seguindo a teoria tradicionalmente aceita, com os preços dos ativos seguindo uma distribuição normal, a probabilidade do índice S&P500 cair abaixo de 7% em um dia era de uma a cada 300 mil anos. Entretanto, de 1916 a 2003 isto ocorreu 48 vezes<sup>2</sup>. O que, a meu ver, demonstra a existência de alguns fatores complementares a HME que afetam as escolhas dos investidores e que foram colocados de lado. O que facilitou uma

---

<sup>1</sup> - Nassim Nicholas Taleb - The Black Swan – 2007

<sup>2</sup> - Sornette Didier - Why stock markets crash: critical events in complex financial systems - Princeton 2003.

simplificação e aplicação da teoria, acabando por criar um ambiente majoritariamente favorável à mesma e consequentemente afastando as probabilidades e percepções da ocorrência de eventos considerados extremos.

Juntamente com os momentos de crise surgiram algumas teorias e modelos que visam explicar e prever situações em que os ativos fogem do *random walk*. A pesquisa de cunho empírico *Behavioral Finance* tentou refletir as finanças se baseando em uma psicologia mais próxima da realidade, demonstrando empiricamente que as pessoas possuem características que as fazem desviar das decisões puramente lógicas. Porém, acabou por focar efusivamente no aspecto individual, deixando a desejar na regência do racional coletivo. Espaço este que pode ser preenchido pela visão dos Sistemas Adaptativos Complexos (SAC's).

Os SAC's são caracterizados basicamente pela composição de diversos agentes heterogêneos e interdependentes, possuidores de informações e decisões pessoais, e regidos em conjunto por algum mecanismo de agregação que gera um aspecto considerado emergente. As decisões individuais em conjunto geram a direção peculiar para o todo, onde o sistema torna-se uma unidade ("ganha vida"). O todo não é apenas a soma das partes, visto que este se torna superior. Passam a existir aspectos oriundos apenas do agregado, que não eram observados do ponto de vista micro.

Partindo desta consideração, o sistema seria complexo devido à quantidade e peculiaridade dos componentes. E adaptativo, como o nome sugere, pela sua capacidade de se adaptar às mudanças através das decisões dos agentes que o compõem. Características que podem ser facilmente extraídas do Mercado Financeiro, e que explicariam os momentos nos quais os mercados não reagem da forma ortodoxamente esperada.

Dito isto, pretendo demonstrar a existência de situações nas quais os mercados agem de forma diferente da sugerida pelas teorias tradicionais e tentar compreender os motivos causadores de tais comportamentos, a fim de elevar o grau de conhecimento sobre as tomadas de decisões financeiras.

Ao sugerir a visualização dos mercados como Sistemas Adaptativos Complexos, aproprio-me da potencial capacidade desta teoria em explicar de forma ampla o funcionamento e desenvolvimento dos Mercados Financeiros mundiais.

Considero ainda sábio ressaltar que o objetivo do tema escolhido não anseia sobrepor às teorias gerais que formulam e balizam o desenvolvimento socioeconômico. Mas sim apoiar-se nestas a fim de obter sustentação com caráter complementar. A ideia



aqui não é destruir um cerne em prol de outro, é auxiliar e aprofundar o grau do conhecimento no que tange as características dos mercados financeiros e das tomadas de decisões, preocupando-se com os riscos de um *pretense of knowledge*<sup>3</sup>. Destaco também a cautela em não recorrer ao uso falho, mesmo que involuntário, de causalidades reversas a fim de atingir as respostas inicialmente esperadas. Todo o conteúdo e a lógica sobre a qual a monografia ocorre foi estabelecida com o suporte de *papers* e *researchs* acadêmicas.

Por conseguinte, e não menos importante, a pouca difusão dos Sistemas Adaptativos Complexos no meio acadêmico também foi fator estimulante na escolha da matéria dissertada. O alto poder explicativo desta terceira via intocada no *mainstream* econômico desperta a pretensão de incentivar potenciais pesquisas futuras. O que, em conjunto com a relevância do ambiente sobre o qual o trabalho é desenvolvido, traz uma aspiração em contribuir positivamente para a construção de um melhor entendimento acerca dos movimentos financeiros mundiais.

---

<sup>3</sup>- Ricardo J. Caballero – Macroeconomics After the Crisis: Time to Deal With the Pretense-of-Knowledge Syndrome – Oct 2010.

## **2. Crise Econômica**

### **2.1 A Recente Crise Econômica**

Gerada no coração da maior economia dentre todos os países, a recente crise ocorreu e se alavancou via uma grande quantidade de empréstimos mais arriscados (conhecidos como *subprimes mortgages*) que tinham seus colaterais diretamente ligados aos imóveis residenciais.

Com um ambiente de euforia e êxtase diretamente relacionado a uma economia aquecida e a um efeito-riqueza trazido por um sentimento de crescimento, o mercado de crédito estava “operando a todo o vapor”. As economias mundiais estavam em conjunto desenvolvimento e os agentes econômicos extremamente propensos ao consumo com baixo nível esperado de inadimplência. O que levou o crédito a ser concedido cada vez mais para pessoas com cada vez menos capacidade de honrá-lo.

Entretanto, sob o disfarce de instrumentos financeiros e/ou políticas governamentais demasiadamente frouxas, crescimentos exponenciais de risco de default não eram percebidos. Pelo contrário, o ambiente estava cada dia mais permissivo, o que acabara por retroalimentar a alta dos preços dos ativos imobiliários e incentivava um maior *leverage*, retornando ao início da cadeia com ainda mais liquidez e um conseqüente aumento da força bruta via instrumentos financeiros cada vez mais complexos e estruturados pelas agências de risco.

Contudo, nenhuma espécie de bolha consegue crescer eternamente e com esta não foi diferente. Em conjunto com o início das inadimplências veio a mudança de percepção. A notícia dos *defaults* nos *CDOs* (*Collateralized Debt Obligation*) alastrou o pânico para as demais veias financeiras. Os créditos anteriormente fartos e baratos começaram a ter suas taxas em acelerada ascensão, e posteriormente tornar-se-iam escassos. Ou seja, não tinha dinheiro disponível no mercado. O que, por sua vez, fez com que a volatilidade atingisse níveis extremos (vide gráfico 1.0 abaixo).

Gráfico 1.0 – Vix<sup>4</sup> Index de 01/12/2006 a 29/10/2010.

Fonte: Bloomberg

Os preços dos imóveis caíram no vazio, por assim dizer. O mesmo efeito-riqueza que contribuía para a crescente demanda agora funcionava como um norteador do medo e da ansiedade. Com os agentes econômicos tendo seus *assets* se desvalorizando em uma velocidade inimaginável, a confiança dos consumidores estava abarracada em seus interiores. A espiral agora estava girando no sentido contrário e o pior ainda estava por vir.

Ainda no início do processo, após os soluços das bolsas em meados de 2007<sup>5</sup>, começou a iminente busca por referências históricas que justificassem os acontecimentos e que pudessem servir como base para uma percepção do futuro. “Surtem então os *insights* de fenômenos correlatos mais próximos, como a Segunda-Feira Negra de Outubro de 1987 ou a derrocada do LTCM em 1998”.<sup>6</sup>

Começaram também as exigências de atos que restaurassem a confiança financeira. E em uma ação conjunta, os Bancos Centrais injetaram U\$ 120 bilhões de dólares no sistema acompanhado de dois cortes na taxa de juros norte americana. O que

<sup>4</sup> - Vix Index: The Chicago Board Options Exchange Volatility Index reflects a market estimate future volatility, based on the weighted average of the implied volatilities for a wide range of strikes. First and second month expirations are used until eight days from expiration, then the second and third are used. Fonte: Bloomberg.

<sup>5</sup> - S&P 500<sup>9</sup> caiu -1,78% em Junho/2007 e -3,20% em Julho/2007. No mês de Agosto/2007 o Ibovespa<sup>8</sup> caiu 13,8% em seis pregões e S&P 500 teve uma desvalorização de 6,2% em cinco dias de negociação – Fontes: Economia e Bloomberg.

<sup>6</sup> - Citação contida na carta Dynamo nº 55.

parecia ter sido suficiente para reanimar a economia. Surgiu o sentimento de que o crescimento dos emergentes conseguiria sustentar a recuperação.

Os meses de Outubro e Novembro vieram carregados de novas quedas que já pareciam não serem apenas soluços. Ressurgem os rumores de *write-offs* bilionários. Mas que ainda não serviram de estopim, visto que nos meses seguintes as bolsas mantiveram-se numa área positiva. O que fez com que o tombo fosse ainda maior no segundo semestre de 2008<sup>7</sup> (vide gráficos 2.0 e 2.1 abaixo).

Gráfico 2.0 – *Performance* normalizada dos índices IBOV<sup>8</sup>, S&P 500<sup>9</sup>, FTSE 100<sup>10</sup> e NIKKEI 225<sup>11</sup> nas respectivas moedas dos países de origem.



Fonte: Bloomberg

<sup>7</sup> - Em Junho/2008 S&P 500 caiu -8,6% e Ibovespa -10,44%. Em outubro do mesmo ano o Ibovespa acumulava perdas -59,96% desde o *high* histórico ocorrido há poucos meses antes. Fontes: Bloomberg e Economática.

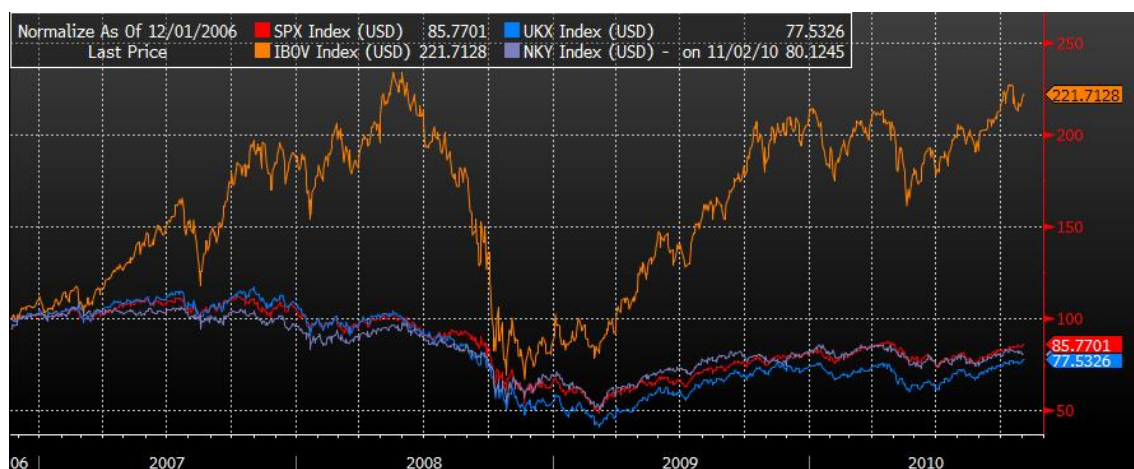
<sup>8</sup> - Ibov Index is a total return index weighted by traded volume and is comprised of the most liquid stocks traded on the Sao Paulo Stock Exchange. Fonte: Bloomberg

<sup>9</sup> - S&P 500 Index is a capitalization-weighted index of 500 stocks. The index is designed to measure performance of the broad domestic economy through changes in aggregate market value of 500 stocks representing all major industries. Fonte: Bloomberg

<sup>10</sup> - FTSE 100 Index is a capitalization-weighted index of the 100 most highly capitalized companies traded on the London Stock Exchange. Fonte: Bloomberg

<sup>11</sup> - Nikkei 225 Stock Average is a price-weighted average of 225 top-rated Japanese companies listed in the First Section of the Tokyo Stock Exchange. Fonte: Bloomberg

Gráfico 2.1 – *Performance* normalizada dos índices IBOV, S&P 500, FTSE 100 e NIKKEI 225 em dólares americanos.



Fonte: Bloomberg

Em suma, podemos dizer que a recente crise econômica financeira mundial foi essencialmente uma crise de cunho financeiro que contaminou e colapsou as economias através do canal do mercado de crédito, que por sua vez alimentou as expectativas negativas e a aversão ao risco em um movimento de pânico global. Ficando clara a sua gravidade e a proporção frente ao caos gerado.

Mesmo sem aprofundar em potenciais catalisadores como regulação dos mercados, *moral hazard* e *too big to fail problem* dentre outros, vistos que fogem e alongam as margens do objetivo primeiro do trabalho. A perceptividade de que algo não saiu como esperado vem à tona. E tendo em vista que esta crise não foi a primeira, nem a segunda e sim mais uma dentre tantas outras, fica a dúvida acerca dos motivos através dos quais o modo como regemos a atividade financeira teve e/ou tem influência sobre o transcorrer dos eventos inesperados.

## 2.2 Questionamentos

É cristalino que em momentos de tensão, a insegurança e a ansiedade aumentam consideravelmente. De forma que as decisões a serem tomadas passam a ser influenciadas cada vez mais pela enxurrada de informações diárias. As quais, por muitas das vezes, acabam por chegar repletas de ruídos. E o caminhar dos ativos passa,

inevitavelmente, a refletir tais medos, gerando um aumento na volatilidade. *Reactions that include anxiety and even panic are key ingredients for macroeconomic crises*<sup>12</sup>.

A maioria das decisões tomadas em um curto espaço de tempo é originária de modelos mentais que construímos via experiência, *expertise* e *knowledge*. Tais modelos são os mesmos que acabam por nortear as escolhas no funcionamento do sistema financeiro mundial e nas demais estruturas coletivas e sociais. Porém, ao utilizarmos tais simplificações teóricas na prática, podemos acabar por transformar as premissas em profecias<sup>13</sup>. De modo que, inconscientemente, subestimamos a frequência que os eventos fora da curva podem acontecer. Efeito este que se torna ainda mais destruidor quando tais premissas são incorporadas como verdades absolutas em modelos específicos. Como o de mensuração de risco VAR (Value at Risk<sup>14</sup>), por exemplo.

A partir do momento em que assumimos determinadas condições iniciais para um dado modelo, podemos acabar por encobrir e/ou subestimar importantes variáveis que em momentos extremos são as responsáveis diretas pelos movimentos dos ativos.

A raiz principal aqui não é refutar os modelos guias para as mensurações macroeconômicas e sociais. E sim destacar que existem momentos, por mais infinitesimais que sejam, nos quais a aplicação dos modelos tradicionais demonstra-se ineficaz.

Pois caso os modelos fossem efetivamente eficientes na totalidade do tempo, como explicar a perplexidade de técnicos e especialistas com relação ao acontecimento e imprevisibilidade das crises econômicas? Por que movimentos abruptos impressionam os melhores analistas do mercado? Como poderia haver tanta imprevisibilidade e distorções? Aspectos cognitivos são capazes de modificar uma decisão que seria eficientemente lógica na sua origem?

A meu ver, para uma compreensão profunda de tais questionamentos, faz-se necessário uma passagem pelos modelos tradicionalmente usados. A fim de aumentar a percepção da potencial importância que as premissas iniciais possam ter sobre o resultado final. E a partir daí ter uma visão superior sobre a geratriz comportamental individual e coletiva.

---

<sup>12</sup> - Ricardo J. Caballero - *Macroeconomics After the Crisis: Time to Deal With the Pretense-of-Knowledge Syndrome* – Oct 2010.

<sup>13</sup> - Nassim Nicholas Taleb - *Fooled by Randomness: The Hidden Role of Chance in Life and in the Markets* – 2004.

<sup>14</sup> - Glyn Holton - *Value-at-Risk: Theory and Practice* - Academic Press (2003).

### 3. A hipótese dos Mercados Eficientes (HME)

Dentre as visões de comportamento do mercado consideradas tradicionais podemos destacar a Hipótese dos Mercados Eficientes. A qual podemos dizer que foi uma das maiores contribuições teóricas nas últimas décadas na área de finanças, provendo vultosa quantidade de pesquisas acadêmicas em diversos segmentos. A ponto de se tornar um modelo predominantemente usado pelos agentes do mercado financeiro e um pilar acadêmico das ciências econômicas.

*“We all know the joke about an economist strolling down the street with a companion. They come upon a \$100 bill lying on the ground. As his companion reaches down to pick it up, the economist says, “Don’t bother – if it were a genuine \$100 bill, someone would have already picked it up.”*<sup>15</sup> Esta divertida passagem é capaz de ilustrar de forma significativa os aspectos e potenciais relações que a HME carrega na sua formulação, como será visto a seguir.

#### 3.1 A Teoria

A Hipótese dos Mercados Eficientes (HME), inicialmente construída nas décadas de 1960 e 1970 por Eugene Fama<sup>16 17</sup>, enuncia que os mercados refletem todas as informações disponíveis acerca dos valores dos ativos mobiliários. De modo que podemos inferir a incorporação de algumas suposições por parte de tal hipótese.

Como os preços incorporam com imediatismo todas as informações disponíveis, dado que os agentes tomam decisões puramente lógicas (racionais), o modelo supõe que eventuais discrepâncias individuais se cancelariam no agregado decisório.

Sob o pilar das expectativas racionais, a HME considera que as informações relevantes são captadas simultaneamente pelos agentes e processadas de forma lógica em busca de atingir (maximizar) os seus objetivos, sejam eles quaisquer que forem. Os preços refletiriam assim todas e quaisquer variáveis que tenham alguma causalidade

---

<sup>15</sup> - Lo W. Andrew - The Adaptive Markets Hypothesis – Market Efficiency from an evolutionary perspective - 2004.

<sup>16</sup> - Fama F. Eugene – The Behavior of Stock Market Prices – The Journal of Business – Chicago Jan 1965.

<sup>17</sup> - Fama F. Eugene – Efficient Capital Markets: a review of theory and empirical work – The Journal of Finance – Chicago May 1970.

sobre os títulos, desde que devidamente informadas. Distorções poderiam ser consideradas anomalias, as quais seriam percebidas de forma instantânea pelos agentes racionais. E, conseqüentemente, sofreriam uma rápida correção através de mecanismos de mercado.

Neste cenário onde todas as informações disponíveis já estão embutidas no preço vigente, uma busca por *outperformance* via alguma leitura diferente no método de análise seria infrutífero. A única variável capaz de alterar o preço em curso ocorreria através da chegada de novas informações, de forma que antecipar os seus efeitos seria transcorrer em aleatoriedade. Associando a HME com a idéia de um “*random walk*”.

O racional por trás desta lógica é que todas as informações são disponíveis e são instantaneamente refletidas nos preços dos ativos. “... *then tomorrow's price change will reflect only tomorrow's news and will be independent of the price changes today. But news is by definition unpredictable and, thus, resulting price changes must be unpredictable and random. As a result, prices fully reflect all known information, and even uninformed investors buying a diversified portfolio at the tableau of prices given by the market will obtain a rate of return as generous as that achieved by the experts.*”<sup>18</sup>

O que, por sua vez, sugere que a busca por retornos superiores ao mercado seriam frustradas ao longo do tempo. A compra de indicadores passivos que seguem o caminhar do todo refletiria exatamente o retorno que os peritos no assunto teriam alcançado. Ora, se isso for puramente verdade, como explicar o constante desempenho acima da média por parte de alguns gestores, mesmo que poucos, da indústria de fundos em um prazo consideravelmente longo?

De acordo com Eugene Fama, a HME pressupõe que os retornos dos ativos são variáveis aleatórias e possuem distribuições de frequência próximas à curva normal<sup>19</sup>. De forma que o retorno médio seria a melhor expectativa.

Matematicamente teríamos o seguinte comportamento dos retornos esperados<sup>20</sup>:

$$E(\tilde{P}_{j,t+1} | \omega_t) = [1 + E(\tilde{r}_{j,t+1} | \omega_t)] P_{j,t}$$

<sup>18</sup> - Burton G. Malkiel – The Efficient Market Hypothesis and Its Critics – Princeton University. April 2003.

<sup>19</sup> - Fama F. Eugene – Efficient Capital Markets: a review of theory and empirical work – The Journal of Finance – Chicago May 1970.

<sup>20</sup> - Camargos Marcos A., Barbosa Francisco Vidal – Teoria e evidência da eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro. 2003.



onde:

$E$  = Operador do valor esperado;

$P_{j,t}$  = Preço do título  $j$  no período  $t$ ;

$P_{j,t+1}$  = Preço do título  $j$  no período  $t+1$ ;

$r_{j,t+1}$  = Retorno percentual  $(P_{j,t+1} - P_{j,t}) / P_{j,t}$  ;

$\omega_t$  = Conjunto de informações disponíveis que estariam completamente refletidas no preço do ativo no instante  $t$ ;

$\sim$  = Indicação que  $\tilde{P}_{j,t+1}$  e  $\tilde{r}_{j,t+1}$  são variáveis aleatórias no instante  $t$ .

Onde podemos perceber que as informações disponíveis no instante  $t$  serão incorporadas ao preço projetado em  $t+1$ . De modo que podemos inferir a completa reflexão de  $\omega_t$  nos preços dos ativos.

A taxa de retorno seria igual à esperança matemática da mesma<sup>21</sup>:

$$\tilde{r}_{j,t+1} = E(\tilde{r}_{j,t+1} | \omega_t) + E_i$$

onde:

$E_i$  = Perturbação estocástica de  $E(r_{j,t+1})$  que supõe-se ser normalmente distribuída e independente de  $E(r_{j,t+1})$ . Refletindo que, em um mercado considerado eficiente, as decisões dos agentes são racionais dadas as informações relevantes disponíveis.

Conseqüentemente, caso seja percebida a possibilidade de obtenção preços futuros diferentes dos correntes, uma compra/venda dos ativos seria iminente até que a os potenciais ganhos/perdas fossem anulados. A formação de preços através de um

---

<sup>21</sup>- Brasil H. G. – Endividamento e valor: um estudo do comportamento financeiro da firma. UFRJ 1997.

processo aleatório sem tendência é descrita pelo modelo conhecido como *Martingale*<sup>22</sup>.

$$E(\tilde{r}_{j,t+1}|\omega_t) = r_i$$

Em caso de expectativa de retorno nula ( $E(\tilde{r}_{j,t+1}|\omega_t) = 0$ ) teríamos um *Fair Game*. De acordo com Leroy S. F.<sup>23</sup>, o modelo *Martingale* sugere que a sua diferença conhecida como MDS (*Martingales Difference Sequence*) seria um jogo justo, onde não haveria aspectos contra e/ou a favor dos investidores. O que é fortalecido pelo estudo de Eugene Fama<sup>24</sup> em 1965, o qual sugere que o ajustamento inicial dos preços no primeiro dia da informação é imparcial.

Fama ainda operacionalizou três formas de eficiência de mercado (Forma Fraca – *Weak Form*, Forma Semi-Forte – *Semi-Strong Form* e Forma Forte – *Strong Form*,) baseando-se nos seguintes conjuntos de informação:

- Informações passadas (preços históricos);
- Informações publicamente disponíveis;
- Todo o conjunto de informações (passadas, públicas e privadas).

### ***Weak Form***

De modo geral, a Hipótese dos Mercados Eficientes na Forma Fraca, transcorre que o Mercado consegue absorver todas as informações passadas. Onde retornos considerados anormais seriam impossíveis de serem atingidos utilizando-se preços históricos como sinalizadores de preços futuros.

A hipótese em que essa forma de eficiência se baseia é que os retornos esperados em equilíbrio são formados dadas as informações relevantes disponíveis que já estariam refletidas nos preços. O que elimina a possibilidade de existência de estratégias baseadas em informações passadas. A sua forma matemática seria:

---

<sup>22</sup>- Camargos Marcos A., Barbosa Francisco Vidal – Teoria e evidência da eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro. 2003

<sup>23</sup> - Leroy S. F. – Efficient capital markets and mantingales – Journal of Economic Literature – Nashville: American Economic Association – Dec 1989.

<sup>24</sup> - Fama F. Eugene – The Behavior of Stock Market Prices – The Journal of Business – Chicago Jan 1965

$$X_{j,t+1} = P_{j,t+1} - E(P_{j,t+1} | \omega_t), \text{ onde } E(X_{j,t+1} | \omega_t) = 0.$$

O que definiria a sequência de  $X$  ao longo do tempo como um *Fair Game*, dada a sequência informacional  $\omega$ . Onde  $X_{j,t+1}$  é o valor de mercado em excesso do título  $j$  em  $t+1$ . O que, em um *Fair Game*, significa que não existirá diferença entre o valor esperado do ativo (definido por um modelo que se baseie nos preços históricos) e o seu preço observado em  $t+1$ .

Não existiria a possibilidade de utilizar as informações disponíveis ( $\omega_t$ ) no período ( $t$ ) para obter retornos acima do normal no período seguinte ( $t+1$ )<sup>25</sup>.

Em um modelo de *Fair Game*, nenhuma transação forneceria retornos esperados superiores aos retornos normais. De acordo com Contador<sup>26</sup>, se o processo gerador de retornos acarretasse em preços futuros esperados diferentes dos preços correntes, o comportamento maximizador de lucros dos agentes levaria ao desaparecimento do componente estável (processo gerador), através da arbitragem.

### ***Semi-Strong Form***

A Hipótese dos Mercados Eficientes na Forma Semi-Forte, por sua vez, discorre que os preços não são reflexos apenas dos seus comportamentos históricos, mas também de todas as informações públicas disponíveis. De forma que nenhum investidor conseguiria obter retornos considerados fora da curva (extremos) baseando-se em informações públicas, pois a precificação seria instantaneamente ajustada em reação às novas informações divulgadas publicamente.

Na mesma linha, temos o argumento de que as informações públicas seriam aquelas que fossem conhecidas no mesmo momento que afetam os preços, de forma que nenhum agente seja capaz de negociar com elas. Enquanto que as informações privadas seriam definidas pelo oposto, onde afetariam os preços apenas via negociação.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> - Elton E. J., Gruber M. J. – Modern Portfolio Theory and Investment Analysis – 1995.

<sup>26</sup> - Contador C. R. – Uma análise espectral dos movimentos da Bolsa de Valores do Rio de Janeiro – Revista Brasileira de mercado de Capitais. – Rio de Janeiro Jan/Abr 1975.

<sup>27</sup> - French K. R., - Stock returns variances: the arrival of information and the reaction of traders – Journal of Financial Economics – Amsterdam Sept 1986.

## ***Strong Form***

Em sua Forma Forte, a Hipótese dos Mercados Eficientes indica que os preços refletem todas as informações existentes, sejam elas históricas, públicas e/ou privadas. Assim como o nome sugere, a Forma Forte consiste de uma eficiência em seu estado puro. Nenhum tipo de informação seria capaz de capacitar qualquer investimento a ter um retorno extraordinário.

Em um cenário de HME em *Strong Form*, nem mesmo uma operação de *Insider Trading* proporcionada por *Insider Information*<sup>28</sup> seria capaz de obter retornos superiores, pois o ajuste dos preços seria instantâneo. O que, empiricamente, parece não refletir a realidade. Visto que os próprios órgãos reguladores dos mercados prontificam-se em coibir tais tipos de ilegalidades, tendo em vista que elas conseguem atribuir retornos acima do mercado de forma injusta.

É válido ressaltar que o próprio Fama argumentava que, ao estabelecer essas formas, já tinha a pretensão de que seu modelo não fosse a descrição exata da realidade, principalmente para a Forma Forte<sup>29</sup>.

### **3.2 Considerações**

Não restam dúvidas quanto ao interesse e a importância que a hipótese da racionalidade tem sobre as teorias comportamentais. Em ambientes competitivos, é difícil imaginar uma sobrevivência de grupos e indivíduos que tomem decisões incoerentes.

A HME, inúmeras vezes, mostrou-se bastante consistente em diversas situações desde a sua formulação. De facto, tal hipótese dá suporte para diversas pesquisas e ramificações teóricas no *mainstream* da economia moderna, além de poder ser observada no dia-a-dia do mercado de títulos, ações, dívidas e outros ativos mobiliários. Porém, em momentos extremos ou inesperados, com ambientes desfavoráveis para tomada de decisões (como eventos de estresse e crises econômicas, por exemplo), é da

---

<sup>28</sup> - Material information about a company which is known by the company's board of directors, management, and/or employees but not by the public. The SEC forbids trading based on such information. Fonte: investorwords.com

<sup>29</sup> - Fama F. Eugene – Efficient Capital Markets: a review of theory and empirical work – The Journal of Finance – Chicago May 1970.

natureza humana se utilizar de modelos mentais que julgamos funcionais. Em momentos que exijam imediatismo, buscamos as soluções via expertise e experiência. Passamos a dar menos importância para os pressupostos que sustentam os modelos e sim para os resultados históricos por ele apresentados, tornando-os verdades absolutas, mesmo que por pequenos instantes. E nesse processo de incorporação acabamos por seguir suposições inevitavelmente derivadas destes modelos.

Ao assumir e por em prática que os agentes tomam decisões estritamente racionais, que os preços refletem todas as informações relevantes disponíveis e que eventuais erros dos indivíduos são anomalias automaticamente canceláveis no agregado decisório. E conseqüentemente, que os preços se movimentam sob o surgimento de novas e imprevisíveis informações, caminhando em um *random walk*. Acaba-se por, inevitavelmente, assumir que a melhor estratégia de alocação de recursos seria o investimento em fundos passivos. Justificada pelas proposições derivadas, que sugerem uma independência estatística entre as oscilações dos preços dos ativos e que estas variações descrevem-se seguindo o padrão de uma curva normal.

Uma distribuição normal possui a peculiaridade de conseguir descrever diversos fenômenos gerais, como IMC (Índice de Massa Corporal) e altura de uma determinada população, por exemplo. Tendo a capacidade de ajustar qualquer conjunto relevantemente grande que contenha valores escolhidos aleatoriamente. E ainda carrega a enorme vantagem de ser conhecida via os parâmetros de média e variância.

Dado que, em uma curva normal, afastamentos (da frequência de valores) maiores do que três desvios-padrão são considerados eventos raros<sup>30</sup>. E que, de acordo com o pressuposto de que os preços oscilam conforme tal distribuição. Poderíamos, conseqüentemente, dizer que variações dos preços abruptas em módulo seriam eventos desprezíveis, irrelevantes. Logo, um evento como o do dia 19 de Outubro de 1987, onde o índice S&P sofreu uma desvalorização de 22,6%, era estatisticamente inviável de ocorrer. Entre os anos de 1916 e 2003, a teoria tradicional sugere que o índice Dow Jones poderia cair abaixo de -3,4% em cinquenta e oito ocasiões, sendo que efetivamente isso aconteceu em 1001 casos<sup>31</sup>. *“Uma era de calamidade que insiste em esnobar todas as previsões. Ou, talvez, nossas hipóteses estejam erradas.”*<sup>32</sup>

---

<sup>30</sup> - Em uma curva normal, 68% da frequência dos valores são encontrados a um desvio-padrão, 95% a dois desvios-padrão, e 99,7% a três desvios-padrão.

<sup>31</sup> - Sornette Didier - Why stock markets crash: critical events in complex financial systems - Princeton 2003.

A HEM, na sua forma Semi-Forte, contraria o estudo da Análise Fundamentalista, pois esta última se utiliza de informações públicas para encontrar algum valor e antecipar assim o comportamento futuro dos preços adquirindo um melhor desempenho e rentabilidade no mercado de capitais.

*Warren Buffet*, geralmente apontado como um dos maiores contra exemplos dos mercados eficientes cita o seguinte: “*Curiosamente, a Hipótese dos Mercados Eficientes foi acolhida não apenas pelos acadêmicos, mas também por muitos investidores profissionais e por executivos de companhias. Observando corretamente que o mercado frequentemente é eficiente, eles foram levados a concluir de forma incorreta que ele é sempre eficiente. A diferença entre as duas proposições é a da noite para o dia.*”

A Análise Técnica (ou Gráfica), por sua vez, é contrariada pela HME ainda em sua forma fraca. Isto ocorre por que os grafistas, por assim dizer, defendem que o comportamento histórico dos ativos é carregado de informações valiosas sobre a direção dos preços futuros. Com determinados padrões de comportamento podendo se repetir ao longo do tempo.

O ponto principal, a meu ver, é que, independente da forma de eficiência que o mercado estiver aparentemente se desenvolvendo, existirão momentos nos quais o comportamento do todo acarretará em circunstâncias inesperadas. O modelo majoritariamente funcional não seria o melhor guia para cem por cento do tempo, de forma que seja razoável a consciência de que pontos fora da curva podem ser observados ao longo do tempo. O que nos leva a buscar suporte em teorias que consigam aproximar-se ainda mais da realidade, mesmo em ocasiões extremas.

---

<sup>32</sup> - Mandelbrot B. – The (mis)behavior of markets: a fractal view of risk, ruin, and reward – 2004.

#### 4. Outras Visões

A busca por teorias consistentes que possuem a habilidade de refletir o mundo real de forma mais completa torna-se inevitável. E, em momentos crises econômicas algumas destas formulações ganham força e destaque.

Ao longo do tempo, diversas idéias e sugestões foram desenvolvidas a fim de mapear o processo decisório. Em 1954, Leonard Savage<sup>33</sup> propôs que as decisões futuras também tinham um componente de probabilidades subjetivas. Em 1956, Herber Simon<sup>34</sup> trouxe a idéia de que os indivíduos nem sempre seriam otimizadores, existiriam momentos nos quais eles buscariam apenas uma espécie de satisfação, o que levaria às decisões não ótimas em determinadas situações. Em 1959, Duncan Luce<sup>35</sup> desenvolveu modelos estocásticos com componentes aleatórios nas escolhas.

Dentre esse universo onde os indivíduos possuiriam uma racionalidade de certa forma limitada, podemos destacar a linha de pesquisa conhecida como *Behavioral Finance (BF)*. Inicialmente pensada através da Teoria Prospectiva (TP).

##### 4.1 A Teoria Prospectiva

A Teoria Prospectiva foi desenvolvida pelos psicólogos conhecidos como K&T, Daniel Kahneman e Amos Tvesky, que podem ser considerados como pioneiros da escola “*behaviorista*”.

A TP trouxe a tona o conceito de que a valoração dos resultados provenientes das tomadas de decisões seria mensurada com relatividade tendo em vista um ponto de referência. Isto quer dizer que os resultados de ganhos e perdas atingidos através de uma escolha serão valorados em relação a uma situação comparativa, como o ponto de partida antes do processo decisório, por exemplo. O cerne deste conceito é que os indivíduos atribuem uma maior importância às perdas do que aos ganhos para o mesmo resultado final, em módulo. “Sofremos mais quando caímos de uma situação melhor

---

<sup>33</sup> - Savage Leonard – The Foundations of Statistics – John Wiley and Sons – New York, 1954.

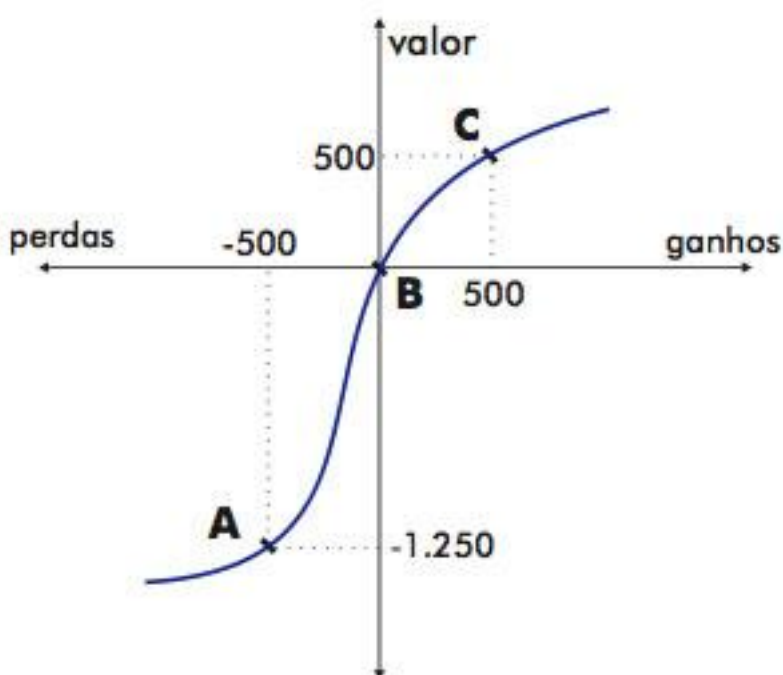
<sup>34</sup> - Simon Herber – Rational Choice and the Structure of the Environment – 1956.

<sup>35</sup> - Luce Duncan – Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis – 1959.

para outra pior do que nos alegramos quando saímos de uma pior para outra melhor”<sup>36</sup>. A desutilidade de perder um real seria maior do que a utilidade de ganhá-lo. E, de acordo com a tal teoria, para um dado valor monetário, a percepção da perda é por volta de 2,5 vezes maior do que o bem estar gerado pelo benefício do ganho.

No gráfico 4.1 abaixo podemos ver, através do formato em S da Função Valor, uma maior inclinação da curva no eixo das perdas representando um coeficiente de aversão ao risco maior.

Gráfico 4.1 – Função Valor



Fonte: Carta Dynamo 44.

K&T aplicaram testes que foram capazes de verificar o que foi dito acima. Um destes testes ocorreu da seguinte forma: Foi perguntado para as pessoas entrevistadas se estas tivessem recebido a quantia de mil dólares para participar de um jogo, dentre as duas alternativas abaixo, qual elas escolheriam;

A: 50% de chance de ganhar mais \$ 1.000,00.

B: Certeza de ganhar mais \$ 500,00.

<sup>36</sup> - Smith Adam – The Theory of Moral Sentiments – 1759.



O resultado foi que 84% das pessoas escolheram a letra B. Em sequência foi suposto que os indivíduos tinham um novo prêmio de participação no valor de dois mil dólares e as seguintes opções;

C: 50% de chance de perder \$ 1.000,00

D: Certeza de perder \$ 500,00

Neste caso, 70% dos entrevistados escolheram a opção C. O que nos permite concluir a existência de uma preferência em arriscar quando há uma percepção de que as perdas podem ser evitadas, o contrário do cenário dos ganhos onde há uma preferência em assegurar os lucros. Deixando clara a assimetria da percepção de valor entre ganhos e perdas.

O ponto de destaque dentre essas preferências é o fato de a Função Valor ser definida tendo como base um ponto de referência, o qual é determinado individualmente partindo da avaliação subjetiva de cada um. Onde a alteração da percepção de valor em relação a algum estado inicial de bem estar ganha extrema relevância.

Podemos perceber no gráfico 4.1 que o indivíduo colocará mais empenho para ir do ponto A ao ponto B, do que para deslocar-se do ponto B ao ponto C, mesmo tendo o semelhante montante de 500 ao final. O que deixa claro que a percepção de valor para o indivíduo depende da sua condição inicial (partindo de A teria uma percepção de \$1.250 enquanto que se partisse de B esse valor cairia para \$500).

Tal hipótese parece fazer ainda mais sentido quando comparada com situações corriqueiras onde colocamos em prática todo o nosso julgamento quanto a percepção de mudanças. Um bom exemplo seria a sensibilidade com relação a exposições a efeitos físicos como luz e temperatura. Situações onde sempre avaliamos comparativamente a estados anteriores. O nível de exposição a claridade é mais fortemente sentido quando saímos de um ambiente completamente escuro. A mudança de temperatura de 5°C para 10°C é sentida de forma mais abrupta do que uma mudança de 28°C para 33°C. Em termos monetários isto não é diferente, uma mudança de R\$ 1 para R\$ 2 parece ser mais sentida do que uma mudança de R\$ 10.000 para R\$ 10.001.

Outro ponto importante na Teoria Prospectiva no que tange a diferenciação da HME se dá pelo método de ponderação. Na TP os pesos decisórios não são

obrigatoriamente reflexos das probabilidades atribuídas, para K&T isto ocorre por que os indivíduos tendem a superestimar e subestimar eventos extremos de baixíssimas e altíssimas probabilidades.

Desta forma, a TP tenta se colocar como um modelo alternativo que consiga descrever as tomadas de decisões explicando padrões individuais de comportamento compatíveis com a realidade das escolhas e que faça sentido com a dinâmica de percepção que conhecemos.

## **4.2 Behavioral Finance**

A proposta da Behavioral Finance (BF) foi de fundamentar as questões econômicas sob uma óptica mais realista. Para tal, se justificou em pesquisas empíricas que visam demonstrar que as pessoas costumam se desviar das escolhas exclusivamente lógicas.

A BF defende que os atores possuem limitações cognitivas e há influência de elementos psicológicos nas tomadas de decisão. Os indivíduos sofrem vieses provenientes da natureza cognitiva, de ruídos nas enxurradas de informações, de aspectos emocionais e de influências no âmbito social no qual a pessoa se encontra no momento da avaliação/julgamento.

A teoria se baseia nos argumentos de que os fenômenos financeiros podem ser melhor explicados através de modelos que não consideram uma racionalidade irrestrita dos agentes e que apesar de existentes, as arbitragens possuem limitações.

Uma das limitações de uma arbitragem instantânea seria o fato de tal atividade possuir custos que a tornaria mais arriscada, como custos operacionais, de transação, aprendizagem e execução, por exemplo. Eventuais distorções nos fundamentos, problemas de liquidação, necessidade de depósitos em margem, liquidez, resgates inesperados e outras complicações são críveis de acontecer. Enfim, na prática, o processo de arbitragem tem alguns obstáculos que não são tão triviais como aparentemente poderia parecer, o que faria com que as distorções do mercado se mantivessem.

Tendo em vista a ampla capacidade de julgamento nas avaliações humanas, a BF não procurou normalizar uma teoria modelando o processo decisório. E sim, partindo

dos resultados das pesquisas empíricas, propor uma teoria descritiva das escolhas individuais.

A grande quantidade de escolhas frente as mais variadas opções e probabilidades que podemos atribuir a fim de pressupor algum resultado, acaba por nos obrigar a recorrer a heurísticas que balizam nossas decisões.

As heurísticas nada mais são do que modelos e regras mentais que desenvolvemos via expertise e experiência, e costumamos utilizar em momentos que precisamos tomar uma decisão rápida e simplificada. Tais regras são extremamente úteis por que são capazes de filtrar as informações realmente importantes e colocá-las exatamente nos encaixes ideais, conseguindo assim auxiliar em uma rápida e concisa previsão do resultado.

Normalmente, as heurísticas funcionam sem quaisquer tipos de contratempos. Porém, esse ambiente favorável faz com que inconsistências e vieses cognitivos passem despercebidos e se repitam ao longo do tempo (regras heurísticas podem resultar em vieses de julgamento), o que poderia ser mapeado e compreendido pela teoria.

As lacunas e limitações emocionais afetam a tomada de decisão e causam falhas na percepção das nossas escolhas. De forma que traduzi-las e enxergá-las iria favorecer um desenvolvimento dos indivíduos no processo de tomadas de decisões.

Dentre potenciais vieses, podemos destacar a ancoragem, a representatividade, a disponibilidade, ordenamento e estrutura, excesso de confiança e otimismo e julgamentos em grupo.

### **Ancoragem**

O viés da ancoragem nos diz que diante de problemas complexos de difícil solução tendemos a ficar presos nos postulados iniciais e/ou em dados irrelevantes. No processo de formação de julgamento é normal dedicar-se a apenas um item em evidencia de cada vez, o mesmo que fazemos ao prestar atenção em apenas uma conversa no meio de um ambiente onde dezenas acontecem, por exemplo.

Informações observadas no ponto de partida costumam ganhar maior peso nas estimativas, mas também acaba por viesar o julgamento.

Um exemplo comum de ancoragem é a busca, mesmo que inconsciente, pela manutenção do *status quo*. Assim como a baixa receptividade a mudanças em quaisquer áreas de nossas vidas que aparentemente estão funcionando linearmente.

## **Representatividade**

O viés da representatividade consiste no fato de que no nosso modo de pensar há processos de associações e esquemas associativos. O problema consiste que nem sempre as rápidas buscas por similaridades que assolam os julgamentos traduzem a verdadeira correlação. A construção mental de associações pode restringir a percepção correta de causalidades e a observância de estatísticas pertinentes.

Quando submetidos ao problema do tipo: qual a probabilidade do evento A ser originado de um fenômeno B, costuma-se avaliar o quanto que B se parece e/ou representa A. Construindo uma associação em termos de similaridades, deixando de lado uma análise de probabilidades. Confundindo assim, frequência estatística com semelhança.

K&T demonstram esse viés através do seguinte experimento:

Linda tem 31 anos, é solteira, despachada e muito esperta. Graduada em filosofia. Quando estudante, sempre esteve muito comprometida com as questões de discriminação e justiça social, tendo participado de manifestações anti-nucleares. Por favor, assinale a alternativa mais provável:

- a) Linda é bancária.
- b) Linda é bancária e feminista ativa.

Um pouco menos de 90% dos participantes escolheram a alternativa b. Porém, na verdade, esta é menos provável visto que exija uma ocorrência dupla. O alto índice das escolhas em b ocorre devido ao excesso de detalhes expostos, os quais remetem uma relação de semelhança. O que acaba por induzir ao erro nas inferências estatísticas. Este fenômeno é denominado de “falácia da conjunção” por K&T.

## Disponibilidade

O viés da disponibilidade consiste quando há uma superestimação da probabilidade de determinados resultados ocorrerem devido à lembrança de resultados recentes e/ou marcantes. Ou seja, eventos significativos podem ser capazes de virar o foco para a recordação, deixando de lado a observação da sua devida frequência de probabilidades.

Eventos de grande proporção, com maior apelo social e cobertura da mídia, geralmente tem um peso maior no momento em que buscamos referências para o processo decisório.

## Ordenamento e Estrutura

O viés de ordenamento ocorre quando as interpretações do problema, e conseqüentemente a sua solução, dependem e diferem conforme a ordem do seu enunciado. Ou seja, um mesmo problema posto de formas distintas pode produzir resultados diferentes.

K&T<sup>37</sup> fizeram o seguinte experimento para provar tal sujeição: os participantes do teste devem decidir o modo de implementação de um programa de saúde pública envolvendo uma população de 600 pessoas com o objetivo de combater uma doença epidêmica. As opções são as seguintes:

- a) Se o programa A for adotado, 200 pessoas serão salvas.
- b) Se o programa B for adotado, há um terço de chances de que 600 vidas sejam salvas e dois terços de que ninguém se salve.

O resultado reflete que 72% dos participantes preferem a) e 28% escolhem b).

Em um novo grupo de entrevistados foi posto o mesmo enunciado com as seguintes opções:

---

<sup>37</sup> - Kahneman, D. e Tversky, A. – Choices, Values and Frames – Cambridge University Press, 2000.

- c) Se o programa C for escolhido, 400 pessoas morrerão.
- d) Se o programa D for adotado, há um terço de chances que ninguém morra e dois terços de probabilidade de que todas as 600 pessoas venham a falecer.

Neste resultado 22% preferiram c) e 78% a opção d).

O fato é que as opções a) e c) são idênticas, assim como as opções b) e d). O que ocorre é uma falha no princípio da invariância, de forma que quando o problema menciona o termo “salvar vidas” as pessoas se mostram avessas ao risco de forma a garantir vidas. Porém, quando o termo utilizado é “perder vidas”, a propensão ao risco aumenta em uma clara tentativa de evitar tais perdas.

### **Excesso de Confiança e Otimismo**

Como o próprio nome sugere, o viés de excesso de confiança ocorre devido a uma superestimação que os indivíduos fazem das suas capacidades de análise e previsão sobre acontecimentos futuros.

Excesso de otimismo é um fenômeno bastante observado em ambientes concentrados em material humano, de forma que alguns indivíduos que costumam se sobrepor em relação a media, julgam que os demais irão considerá-los melhor efetivamente, levando a uma autoconfiança exacerbada. Fazendo-os crer que os sucessos são causados diretamente por ele e os eventuais resultados negativos derivam do acaso e do azar.

### **Julgamentos em Grupo**

Os vieses individuais também podem ser observados em comportamentos coletivos. Eventualmente as heurísticas individuais podem se cancelar no agregado. Porém, as discussões em grupo acabam por, na maioria das vezes, alavancar as visões iniciais dos participantes. A questão básica é que pessoas que frequentemente se comunicam entre si tendem a desenvolver uma linha similar de pensamento.

### 4.3 Comentários

A pesquisa empírica Behavioral Finance teve grande mérito ao trazer a tona o processo decisório do ponto de vista micro. Foram diversos testes e experimentos que conseguiram demonstrar o quanto estamos expostos a aspectos cognitivos, emocionais e sociais, dentre outros.

As oscilações dos estados de espírito fazem parte da essência humana e exercem influência sobre o processo de tomada de decisão. Logo, é importante termos consciência das heurísticas e vieses a que estamos sujeitos. Mesmo que por muitas das vezes elas ocorrem inconscientemente, ao conseguir mapeá-las, habilita-se a possibilidade de mensurar potenciais riscos a partir de uma melhor proxy.

Não restam dúvidas quanto a importância que a BF teve para um melhor entendimento acerca das escolhas individuais, aproximando-as da realidade cotidiana. Porém, não conseguiu explicar o desempenho agregado dos mercados. Tendo sido voltada exclusivamente para o indivíduo e para aspectos que limitam a sua percepção e julgamento, a BF insinuou apenas que as decisões individuais não estritamente racionais podem produzir comportamentos irracionais no agregado. Mas, na maioria dos casos o mercado apresenta um caminhar coerente. O que sugere que a BF estacionou no que tange a coerência racional coletiva. Ao focar e direcionar todos os esforços sobre a psicologia das decisões irracionais individuais, acabara por deixar lacunas no que tange o caminhar do racional agregado.

## **5.0 Sistemas Adaptativos Complexos (SACs)**

Tendo em vista a maior necessidade de uma aproximação da realidade por parte dos modelos neoclássicos e uma lacuna deixada pela teoria empírica do Behavioral Finance, chegamos a uma terceira via conhecida como Hipótese dos Mercados Adaptativos (HMA).

A proposta da HMA é de tentar conciliar a visão tradicional com a alternativa behaviorista em busca de uma melhor conceituação e aproximação da realidade nas interações financeiras. A teoria busca sustentação nos desenvolvimentos da neurociência que indicam que o resultado do processo decisório é fruto da atividade competitiva e cooperativa de vários componentes especializados no cérebro. A interação desses mecanismos autônomos, mas interligados, buscam sempre a resposta mais adaptada a cada mudança ocorrida no ambiente, de forma que os indivíduos detêm a capacidade de realizar cálculos bastante complexos e aplicados (via córtex central), típicos dos agentes racionais da HME. E, ao mesmo tempo, recebem estímulos do sistema límbico, que seria responsável pelas emoções, instintos e comportamentos, o que explicaria a origem dos vieses destacados pela BF.

Logo, uma escolha de investimento carrega um grupo de ações cerebrais que produzem efeitos estritamente racionais da teoria tradicional em conjunto com características sujeitas às falhas cognitivas e interferências emocionais. Isto faria com que as preferências mudassem de acordo com as eventuais necessidades de adaptação e sobrevivência trazidas pela situação e ambiente em que o indivíduo estivesse inserido. O que seria ainda mais dinâmico se tratando do alto teor de competitividade no mercado de capitais.

A idéia aqui é que os indivíduos acertam e erram nas decisões, aprendem, evoluem, inovam e se adaptam interagindo debaixo das forças de seleção natural que formatam a estrutura e o caminhar do mercado.

Com o ambiente em constante mudança e o processo competitivo alterando o domínio dos participantes, as estratégias adotadas em um primeiro momento podem apresentar resultados distintos devido a essas transformações. De forma que, escolhas bem sucedidas em certas ocasiões podem não ser em outras tantas. Logo, o histórico de resultados seria condição necessária mas não suficiente. E podemos afirmar também que haveria espaço para operações de arbitragem, visto que a adaptação não é automática, existindo assim incentivo para uma gestão ativa de investimentos.



## 5.1 Teoria e Características

A Teoria dos Sistemas Adaptativos Complexos, derivada da HMA, tem assim como está última, o seu principal proponente no economista Andrew Lo, do MIT. O SAC segue uma linha de pesquisa que se conveniou chamar de Teoria da Complexidade.

Um Sistema Adaptativo Complexo é definido por comportar um grande número de agentes heterogêneos com informação local e apresenta algum tipo de agregação que produz um comportamento considerado emergente. O sistema seria considerado complexo, pois é uma resultante de interações repetitivas e não lineares de uma série de agentes independentes, e adaptativo devido ao aprendizado ao longo do tempo, o que explicaria um comportamento coletivo rico em coerência.

A fonte de inteligência dos SACs mora na informação local, nos indivíduos especializados. Essa inteligência espelhada dos indivíduos seria unificada por algum mecanismo, regra ou código que consegue auto-organizar e coordenar a aparente dispersão, resultando em uma característica peculiar do todo. A qual é conhecida como propriedade emergente, que é extremamente perceptível e diferente das características individuais, sendo observada apenas no aspecto coletivo, visto que foi gerada pelo mecanismo agregador.

Nestes sistemas, pequenas variações nos *inputs* são capazes de promover grandes oscilações nos *outputs*, fazendo com que todo o sistema se reorganize. Como a inteligência destes sistemas vem de baixo, encontra-se pulverizada e se manifesta via iteração sob um aspecto agregador, a sua capacidade de resolver problemas bastante complicados é enorme. Há uma alta frequência de troca de *feedbacks* entre os agentes, quem vem à tona através da propriedade emergente. E isto ocorre sem nenhuma espécie de comando centralizador.

Diferentemente de estruturas atuais de governo onde o Legislativo e o Executivo emanam ordens através de Leis, decidindo assim o caminhar para o conjunto, por exemplo. Nos SACs as decisões partem de baixo para cima, partem do todo para o todo, e o seu resultado é posto a prova através de mecanismos de competição e coordenação entre os agentes.

A interdependência e a conectividade são propriedades importantes dos SACs, pois é através delas que as ações individuais são propagadas dentre o sistema, divulgando os seus efeitos. É essa constante troca de informações e relações em uma

influencia recíproca que habilita uma característica nova peculiar ao macro. O que já definimos como a propriedade emergente dos Sistemas Adaptativos Complexos. Esse movimento que parte de regra simples na direção de um maior nível de sofisticação é o que se chama de emergência<sup>38</sup>. Mas só há emergência se estas interações dinâmicas a nível micro resultarem em algum comportamento macro discernível. A propriedade emergente é um conceito do todo que deriva da atividade e estrutura dos componentes mas que não podem ser reduzidas a elas<sup>39</sup>.

É importante destacar que para analisar os resultados provenientes de um SAC, a costumeira separação em partes a fim de aprofundar o estudo acaba por torná-lo ineficaz. O reducionismo não funciona visto que o resultado final só ocorre devido à interconectividade do agregado. Um exemplo clássico é o da água. O comportamento dos átomos de Hidrogênio e Oxigênio apresenta uma característica adicional quando formam a molécula da água. De acordo com Waldrop<sup>40</sup>, a água é uma substância que cintila, gorgoleja e esparrinha. Ou seja, a aquosidade e a liquidez são propriedades emergentes. O todo é superior, não é apenas a soma das partes. O todo se torna perceptível.

Assim como a água, existem diversos exemplos do nosso cotidiano que são apresentam propriedades emergentes provenientes de SACs. O clima, a moeda (Real e Dólar, por exemplo), a linguagem, a mente e a vida são boas exemplificações destas propriedades.

Outra característica relevante é a capacidade de adaptação que os SACs possuem. Conforme os indivíduos vão acumulando experiência o Sistema revisa continuamente as suas ações e estratégias. A mudança constante da base acaba por gerar propriedades emergentes cada vez mais coesas com a situação vigente. Padrões emergentes criam uma nova ordem junto com auto-organização<sup>41</sup>. E é exatamente por esse aspecto adaptativo que os SACs se diferem dos sistemas puramente caóticos. Nos Sistemas Adaptativos Complexos as condições iniciais vivem em uma constante mudança a fim de obter o melhor produto emergente possível. Enquanto que no Caos,

---

<sup>38</sup> - Johnson S. – Emergence – 2001.

<sup>39</sup> - Checkland, P. – Systems thinking, systems practice – 1981.

<sup>40</sup> - Waldrop, M. – Complexity – 1992.

<sup>41</sup> - Middleton-Kelly, E. – Complex Systems and Evolutionary Perspectives on Organization – 2003.

pequenas mudanças nas condições iniciais produzem um efeito devastador no resultado final, visto que as regras de interação permanecem inalteradas. Diferentemente dos sistemas complexos que são capazes de aprender e se adaptar. “Aplicar a teoria do caos aos sistemas humanos talvez não seja totalmente apropriado, porque o comportamento humano nem sempre mimetiza os algoritmos matemáticos.”<sup>42</sup>

Diversas formações podem ser observadas como Sistemas Adaptativos complexos. A linguagem, a moeda, os governos, as economias, as empresas, o corpo humano, o cérebro, o ecossistema, os mercados, enfim, muitos coletivos possuem a estrutura de um SAC.

Assim como o exemplo da água citado anteriormente, a linguagem também pode ser visto do ponto de vista adaptativo complexo. A Língua Portuguesa, por exemplo, é um conjunto de diferentes caracteres (base) organizada por um aspecto agregador (gramática, interpretação, regras) que cria uma propriedade emergente (entendimento, comunicação e reconhecimento do idioma). Em eventuais necessidades de evolutivas, algumas peças chave da base são modificadas e novamente interagem com as demais adaptando o todo para um formato melhorado.

As empresas são outros bons exemplos de SACs. O elemento básico é constituído pelas pessoas (diversos agentes como executivos, acionistas, empregados, fornecedores, clientes e etc.) que interagem em diversos aspectos (regulatório, jurídico, financeiro e outros). Cada empresa possui o seu elemento agregador, que podem ser os mais variados possíveis (crescimento, valores, missão e DNA corporativo, por exemplo), fazendo com que cada companhia desenvolva o seu melhor método de aprendizagem e adaptação. A propriedade emergente é a constituição da instituição e o seu funcionamento. Ao olharmos apenas as atividades isoladas de cada agente, não seria possível enxergar o produto final, visto que esse é maior do que a simples soma aritmética das partes. O corpo é maior do que a soma dos elementos que o compõem.

---

<sup>42</sup> - Mittleton-Kelly, E. - Complex Systems and Evolutionary Perspectives on Organization - 2003.

## 5.2 Mercados Financeiros como SACs

Assim como outros sistemas, os Mercados Financeiros também podem ser vistos sob a óptica dos SACs.

Há uma grande quantidade de agentes dispersos, seguindo seus objetivos, a partir de cada experiência e conhecimento próprio. As regras são aparentemente claras e simples, sem um comandante central, por assim dizer. A evolução é contínua em uma interação instantânea via pregão. O que acaba por influenciar imediatamente as decisões futuras, retroalimentando o ciclo de *feedbacks* positivos. O resultado emergente nada mais é do que os preços dos ativos, aspecto macro que interage com as perspectivas micro alimentando a evolução adaptativa em emergências instantâneas, a cada preço registrado.

É clara a grande conectividade entre os diversos agentes e segmentos do mercado. Os derivativos e os instrumentos financeiros cada vez mais complexos são uma demonstração óbvia da capacidade de adaptação e evolução. Assim como a adoção de estratégias vencedoras, sobressaindo sobre as demais.

Ora, em mercados se comportando como Sistemas Adaptativos Complexos, os preços são a propriedade emergente. Eles são os responsáveis por refletir toda a rede de conexões, inteligências e estratégias que compõem o sistema. Sendo a melhor estimativa para o valor dos ativos. Neste sentido o mercado seria eficiente, não por refletir toda informação relevante disponível com indivíduos estritamente racionais, mas sim na direção de traduzir a melhor estimativa que os ativos poderiam ter, dada as suas limitações cognitivas.

Dito isto, é inevitável não retornar ao argumento de que se as melhores estimativas são as geradas pelo mercado, a estratégia de fundos passivos novamente traria o mesmo benefício gerado pelos *experts*. Desqualificando assim qualquer diferenciação no método de análise que poderia trazer algum retorno superior. Porém, diferentemente do que ocorria na HME, aqui temos algumas peculiaridades que nos levam a crer que existe espaço para o desenvolvimento de estudos diferenciados e de retornos acima da média.

Em sistemas abertos como os mercados, a solução coletiva geralmente é a mais completa. O que Surowiecki<sup>43</sup> chamou de “Sabedoria das Multidões” e afirmou: “... é

---

<sup>43</sup> - Surowiecki, J. – The wisdom of crowds – 2004.

como se nós fôssemos programados para sermos coletivamente inteligentes”. Porém, para a “Sabedoria das Multidões” ser verificada (solução coletiva como a melhor a ser tomada) as condições da diversidade, independência, descentralização e agregação devem estar presentes.

A diversidade é o que traz variadas perspectivas, conhecimentos e inteligências para o todo. Quanto maior a base de indivíduos, maiores são as chances de se ter mais informações privadas, e consequentemente uma melhor solução. Além disto, uma maior diversidade também agrega em uma maior capacidade de julgamento, mais opiniões avaliativas.

A independência, por sua vez, se faz necessária, pois é preciso que os agentes decidam a partir de suas próprias regras de bolso (modelos mentais) e de suas experiências pessoais. Essa característica garante que novas informações são incorporadas ao sistema. Caso não haja tal independência, novidades não seriam percebidas, visto que todos tomariam decisões com base nas outras já tomadas. Além disto, a independência tem a capacidade de evitar que erros individuais se propaguem pelo todo. Sistemas complexos absorvem de forma satisfatória erros individuais, mas tornam-se ineficientes quando há imitação. É válido ressaltar que a independência aqui mencionada não significa ausência de viés e/ou de parcialidade, mas sim certa liberdade relativa para agir sem influências externas<sup>44</sup>.

A descentralização é a capacidade de o todo produzir decisões baseadas nas informações locais dos indivíduos, sem a necessidade de um comando central. A justificativa é que essa descentralização incentiva especialização e independência, desenvolvendo mecanismos de coordenação das atividades individuais e aproximando os indivíduos dos questionamentos, o que aumentaria a chance de alcançarmos melhores escolhas.

Por último, verifica-se a necessidade de um mecanismo agregador que seja capaz de agrupar e sintetizar imparcialmente a densa quantidade de opiniões, julgamentos e decisões. Destaco que a agregação não significa centralização. Em sistemas centralizados, as decisões são, geralmente, tomadas por uma pessoa ou um grupo (inevitavelmente subjetivas) e direcionadas para o todo. Em sistemas com mecanismo agregador, ocorre exatamente o oposto. Onde tal mecanismo consegue

---

<sup>44</sup> - Surowiecki, J. – The wisdom of crowds – 2004.

captar as escolhas dissipadas e resumi-las colocando a disposição de um benefício coletivo.

Conforme visto anteriormente, um grande número de investidores dissipados tomando decisões de forma independente sob um mecanismo agregador geraria teria sua propriedade emergente nos preços. Os quais seriam a melhor estimativa para o valor dos ativos. Todavia, o que acontece em determinados momentos é o fato de que alguma(s) condição(ões) que satisfazem a ocorrência da “Sabedoria das Multidões” são violadas. Em especial a condição de independência, quando os investidores simplesmente replicam as informações provenientes de fontes consideradas superiores ou apenas seguindo a direção aparentemente mais favorável. O que levaria a uma propriedade emergente falha, onde os preços deixariam de ser a melhor estimativa. São nesses momentos que estão abertas as oportunidades de arbitragem e correção de preços. É exatamente nessa hora que os bons *value investors* conseguem perceber as melhores oportunidades de investimento.

As bolhas e *crashes* poderiam ser explicados partindo do rompimento das proposições mencionadas. O mercado financeiro é um ambiente extremamente favorável para o comportamento imitativo, visto que trata profundamente das expectativas futuras e possivelmente indeterminadas. E quanto maior a incerteza e a insegurança mais os indivíduos tendem a olhar para os lados. Indo além, a imitação geralmente ganha uma determinada aprovação social/cultural, daí os eventos de efeitos cascata e manada. Há quem diga que talvez seja melhor errar com o todo e ganhar com o todo, do que correr o risco de seguir as suas previsões e recair na direção oposta do mercado. Ambientes competitivos e enraizados em pressões costumam favorecer tais respostas genéticas.

Estes comportamentos indiscriminadamente imitativos rompem a diversidade e independência. O poder da inteligência fragmentada perde razão, com decisões seguindo uma mesma direção e sendo cada vez mais reforçadas por efeitos manada, modas, necessidade de aprovação social e outros aspectos cognitivos. A nova propriedade emergente vem carregada de variações extremas e anormais. O que, em momentos de liquidez abundante, alimenta ainda mais esse sistema, podendo levar ao colapso e a grandes crises financeiras.

### 5.3 SACs como Terceira Via

Não há dúvidas que a Teoria da Complexidade ainda tem amplo espaço para ser aprofundada e estudada. Diversas questões ainda devem surgir e preencher eventuais lacunas. A leitura dos mercados financeiros como SACs está longe do *mainstream*, de modo que há grande necessidade de discussões e reflexões.

Entretanto, fica clara a melhor pré-disposição que os Sistemas Adaptativos Complexos tem em se aproximar da realidade de um mercado competitivo do que a teoria neoclássica tradicional.

É comum a recorrência de implicações externas para tentar explicar as oscilações não previstas. Em cada momento de crise, percebemos uma incessante busca por potenciais implicadores ocultos que seriam responsáveis pelo desvio dos preços dos ativos. A cada situação adversa aparece uma justificativa nova, a fim de sustentar o *status quo*. Na perspectiva dos SACs, eventos abruptos e extremos não são considerados anomalias. Grandes variações não são comuns, mas são esperadas. Visto que elas derivam do próprio sistema em progressão, através das interações não lineares entre os agentes. Níveis acentuados de comportamentos imitativos podem romper pressupostos e levar a direções inesperadas. O que parece fazer mais sentido perante a realidade.

A meu ver, o modelo tradicional parece tornar os agentes reféns no que tange os momentos de crise. Certamente aspectos regulatórios e formais afetam o caminhar dos mercados. Mas ao assumir que os mercados são sempre eficientes, que os indivíduos são estritamente racionais e os preços refletem toda a informação disponível, acaba-se por assumir uma busca infinita de explicações externas para os colapsos inesperados.

Ao me apropriar da Teoria da Complexidade para compreender os mercados financeiros mundiais como Sistemas Adaptativos Complexos, sugiro a reflexão e uma busca por auto conscientização das variáveis que cercam quaisquer tomadas de decisão. E coloco a dúvida do modo que os agentes iriam responder a eventos de ruptura caso tivessem predominante ciência das características que o sistema segue. Sabendo o que endogenamente faz com que a estrutura se torne falha, a sua normalização parece ser mais rápida e menos dolorida.

Na prática, a percepção de eventos extremos, tanto de alta quanto de baixa, poderiam ser mapeados mais significadamente. A crescente alta dos preços dos imóveis norte-americanos, a ruptura do crédito, o pânico dos agentes, enfim, diversos estopins e catalisadores de crises financeiras poderiam ser lidos de uma forma mais bem

desenhada. O que não significa dizer que não devemos seguir buscando melhorias do ponto de vista externo, de regulação, estrutura e funcionamento dos mercados.

Ter consciência de que eventos extremos não predominam mas são esperados ajudaria a aliviar a intensidade e o combustível das crises financeiras.



## 6. Conclusão

Negar que as crises econômicas e financeiras mundiais ocorrem em uma frequência maior do que o modelo neoclássico tradicional sugere seria, a meu ver, recair em um ambiente incondicional, sem espaço para reflexões.

É cristalino o fato de que os agentes econômicos atuantes no mercado financeiro se utilizam, via racionalidade, das informações disponíveis a fim de obter os melhores resultados possíveis. Porém, existem momentos em que os resultados refletidos nos preços seriam inconsistentes, deixando-os de ser a melhor estimativa para o verdadeiro valor dos ativos.

A Hipótese dos Mercados Eficientes vem sendo predominante no âmbito das finanças e tem suma importância no desenvolvimento da economia moderna. Contudo, existem situações extremas, onde tal hipótese deixaria a desejar no que tange a distância entre os livros-texto e a realidade.

Ao supor que em cem por cento das vezes os indivíduos são racionais e os preços refletem todas as informações relevantes disponíveis, estamos deixando de lado importantes aspectos cognitivos que certamente tem importância sobre o processo de escolhas.

Os *behavioralistas* conseguiram testar empiricamente situações nas quais a heurística é responsável direta pelos resultados finais. E, dependendo do ambiente e das circunstâncias que cercam o indivíduo, vieses podem ser causados, distorcendo o processo decisório. Apesar de enorme contribuição do ponto de vista do microcosmo, a BF deixou a desejar na explicação do racional coletivo. Não conseguindo trazer aspectos que mapeassem o caminhar do agregado.

Os Sistemas Adaptativos Complexos sugerem uma espécie de conjunção entre a Hipótese dos Mercados Eficientes e dos espíritos animais que desencadeiam uma série de características no processo decisório. A Hipótese dos Mercados Adaptativos coloca que diversos agentes independentes interagindo constantemente sob um mecanismo agregador conseguem gerar uma propriedade emergente, que no caso dos mercados financeiros estaria refletida nos preços. Onde estes seriam as melhores estimativas para o valor dos ativos mobiliários.

Porém, para essa eficiência ocorrer é necessário a verificação de algumas proposições, as quais quando corrompidas acarretam em preços distorcidos, o que em um ambiente de alavancagem, poderia gerar eventos extremos.

Dito isto, destaco a importância de compreender as variáveis que cercam o processo de tomada de decisão, em especial as decisões financeiras. Onde creio que um aumento no entendimento seria capaz de gerar melhorias consideráveis. A perceptividade do que nos envolve é capaz de mudar o modo como vemos o todo.

Espero assim ter aproximado um pouco mais o tema das discussões acadêmicas, de forma a aproximá-lo um pouco mais dos centros de pesquisa e do *mainstream* econômico científico.

## 7. Referências Bibliográficas

- ANDREW G. HALDANE - “Rethinking the Financial Network” – April 2009.
- AKERLORF G., SHILLER R. – “Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism”, Princeton University Press – 2009.
- LO W. ANDREW – “The Adaptive Markets Hypothesis, Market efficiency From an Evolutionary Perspective” – 2004.
- TALEB NASSIM – “Fooled by Randomness: The Hidden Role of Chance in the Markets and in Life” – 2004.
- TALEB NASSIM – “The Black Swan” – 2007.
- FOSTER JOHN – “From Simplistic to Complex Systems in Economics”, Discussion Paper No 335, October 2004, School of Economics, the University of Queensland.
- LO W. ANDREW – “Reconciling Efficient Markets with Behavioral Finance: The Adaptive Markets Hypothesis” – March 2005.
- LO W. ANDREW – “Hedge Funds, Systemic Risk, and the Financial Crisis of 2007–2008”, Prepared for the U.S. House of Representatives Committee on Oversight and Government Reform, November 13, 2008 Hearing on Hedge Funds.
- MATTHEWS ROBIN – “A Note on Complex Adaptive Systems” - May 2003.
- MANDELBROT B. – “The (mis)behavior of markets: a fractal view of risk, ruin, and reward” – 2004.
- ARTHUR B.W., DURLAUF S., LANE D. - “The Economy as an evolving complex system II”. SFI – 1997.
- BUCHANAN M. “Ubiquity: Why catastrophes happen” - Three Rivers Press – 2000.
- LEVIN A. S. – “Ecosystems and the Biosphere as Complex Adaptive Systems” – 1998.
- MALKIEL G.B. – “The Efficient Market Hypothesis and Its Critics” – Princeton University, CEPS Working Paper No. 91 – April 2003.
- LUX T., SORNETTE D. - “On Rational Bubbles and Fat Tails” - Department of Economics, University of Bonn – 1999.

- SORNETTE DIDIER. – “Why stock markets crash: critical events in complex financial systems”, Princeton 2003.
- RICARDO J. CABALLERO. – “Macroeconomics After the Crisis: Time to Deal With the Pretense-of-Knowledge Syndrome” – Oct 2010.
- GLYN HOTON. – “Value-at-Risk: Theory and Practice” – Academic Press 2003.
- FAMA, E. – “Efficient capital markets: A review of theory and empirical work” – The Journal of Finance, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.
- ELTON E. J., GRUBER M. J. – “Modern Portfolio Theory and Investment Analysis” – 1995.
- CONTADOR C. R. – “Uma análise espectral dos movimentos da Bolsa de Valores do Rio de Janeiro” – Revista Brasileira de mercado de Capitais. – Rio de Janeiro Jan/Abr 1975.
- FRENCH K. R., – “Stock returns variances: the arrival of information and the reaction of traders” – Journal of Financial Economics – Amsterdam Sept 1986.
- FAMA, E. – “Efficient Capital Markets: II.” – The Journal of Finance, 1991.
- FAMA, E – “The Behavior of Stock Market Prices” – The Journal of Business – Chicago Jan 1965.
- CAMARGOS MARCOS A., BARBOSA F. VIDAL – “Teoria e evidência da eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro”. 2003
- HOLLAND H. JOHN and MILLER H JOHN – “Artificial Adaptive Agents in Economic Theory” – 1991.
- The Economist – “Where it went wrong and how the crisis is changing it” – July 18<sup>th</sup>-24<sup>th</sup> – 2009.
- KAHNEMAN, D. e TVERSKY, A. – “Values and Frames” – Cambridge University Press, 2000.
- KAHNEMAN, D – “Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases.” – Cambridge University Press, 1982.
- SAVAGE, LEONARD – “The Foundations of Statistics” – 1954.
- SIMON, HERBER – “Rational Choice and the Structure of the Environment” – 1956.
- DUNCAN, LUCE – “Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis” – 1959.
- SMITH, ADAM – “The Theory of Moral Sentiments” – 1759.

- SUROWIECKI J. – “The wisdom of crowds” – 2004.
- MITTLETON-KELLY, E – “Complex Systems and Evolutionary Perspectives on Organization” – 2003.
- JOHNSON, S. – “Emergence” – 2001.
- CHECKLAND, P. – “Systems thinking, systems practice” – 1981.
- KAHNEMAN, D. and TVERSKY, A – “Choices, Values and Frames” – Cambridge University Press, 2000.
- WALDROP, M – Complexity – 1992.
- Cartas Dynamo nºs 38, 44, 45, 55, 56, 58, 62 e 63. Em [www.dynamo.com.br](http://www.dynamo.com.br)
- [investorwords.com](http://investorwords.com)
- Bloomberg.
- Economía.