



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Matemática e Estatística

Vinicius Santiago Tenente

**Estudo Prático sobre a utilização de Robô de Aconselhamento
no processo de escolha de ações pelo investidor na Bovespa**

Rio de Janeiro

2020

Vinicius Santiago Tenente

**Estudo Prático sobre a utilização de Robô de Aconselhamento no processo
de escolha de ações pelo investidor na Bovespa**

Monografia apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel, ao Instituto de Matemática e Estatística, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.



Orientador: Prof. Dra. Rosa Maria da Costa
Coorientador: Prof. Dr. Igor Machado Coelho

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/D

D979

Santiago Tenente, Vinicius

Estudo Prático sobre a utilização de Robô de Aconselhamento no processo de escolha de ações pelo investidor na Bovespa / Vinicius Santiago Tenente. – Rio de Janeiro, 2020-
68 f.

Orientador: Prof. Dra. Rosa Maria da Costa

Monografia (Bacharelado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática e Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, 2020.

1. Investimento.. 2. Robô.. 3. Bovespa.. I. Prof. Dra. Rosa Maria da Costa. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Instituto de Matemática e Estatística. IV. Título

CDU 02:141:005.7

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta monografia, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Vinicius Santiago Tenente

**Estudo Prático sobre a utilização de Robô de Aconselhamento no processo
de escolha de ações pelo investidor na Bovespa**

Monografia apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel, ao Instituto de Matemática e Estatística, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 20 de março de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Rosa Maria da Costa (Orientador)
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ

Prof. Dr. Igor Machado Coelho (Coorientador)
Instituto de Computação – UFF

primeiro membro titular da banca
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ

primeiro membro suplente da banca
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ

Rio de Janeiro

2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha amada noiva Kath, que sempre esteve ao meu lado e me apoiou nos momentos mais difíceis. Aos meus pais, avós, tio, madrinha, padrinho e, in memoriam, aos meus avôs, cada um de vocês teve a sua contribuição para que eu chegasse até aqui. Ao Chico e à Daphne, meus queridos e eternos filhotes que sempre enchem meu coração de alegrias. Aos amigos e irmãos que diariamente debatem comigo sobre o mercado financeiro. Obrigado por fazerem parte desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Igor Machado Coelho, que também é meu orientador, por embarcar nessa jornada e acreditar em mim, sempre me incentivando e fornecendo diversos materiais que me instruíram e ajudaram na confecção deste trabalho. Sem a sua orientação e disponibilidade para ajudar, a materialização desta ideia não seria possível.

Ao amigo e irmão, Thiago Della Libera Moreira, que pacientemente leu e revisou inúmeras vezes este trabalho, sempre me fornecendo preciosos conselhos, considerações e correções.

Ao Prof. Dr. Vitor Nazário Coelho, que dedicou seu tempo na leitura e revisão deste trabalho, sugerindo melhorias e sendo sempre um grande incentivador também para a realização deste estudo.

À Prof^a. Dra. Flávia Maria Santoro, que também dedicou seu tempo na leitura e revisão deste trabalho.

Uma jornada de duzentos quilômetros começa com um simples passo.

Provérbio Chinês

RESUMO

SANTIAGO TENENTE, S.T. *Estudo Prático sobre a utilização de Robô de Aconselhamento no processo de escolha de ações pelo investidor na Bovespa*. 2020. 68 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Ao longo de décadas, o comportamento humano diante do risco foi estudado para mapear e identificar padrões que pudessem ajudar a compreender melhor o que norteia o processo de tomada de decisão na hora de montar uma carteira de ações. Este trabalho apresenta algumas das principais correntes teóricas sobre este tema, bem como propõe um abordagem de montagem de portfólio com uso exclusivo de robôs de investimento.

Em um ano atípico, com uma pandemia global, ameaças de recessão, taxas de juros nas mínimas históricas, os investidores acabaram migrando seus investimentos para ações por conta das taxas de retorno superiores, porém a maioria dos novos investidores acaba sendo surpreendida pela quantidade enorme de informações, que aliada ao contexto político-social impacta no processo de tomada de decisão, deixando mais evidente a influência de aspectos comportamentais neste processo.

Por este motivo, este trabalho discute a possibilidade de desenvolvimento e utilização de robôs de aconselhamento no processo de escolha de ações pelo investidor, no âmbito da Bovespa, analisando 377 ações ao longo de pouco mais de nove meses, utilizando o robô desenvolvido pelo autor como única fonte de tomada de decisão e elencando as vantagens e desafios tecnológicos para o desenvolvimento de ferramentas que cumpram esse papel.

Finalmente, são apresentadas algumas características de um protótipo proprietário desenvolvido pelo autor, bem como os resultados e análises realizadas.

Palavras-chave: Investimento. Robô. Bovespa. Análise Técnica Automatizada.

ABSTRACT

SANTIAGO TENENTE, S.T. *Title of dissertation*. 2020. 68 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Over decades, human behavior in face of the risk was studied to map and identify patterns that could help to understand what guides the decision-making process when building a stock portfolio. This paper presents some of the main theoretical trends on this topic, as well as proposing an approach to build a stock portfolio with the exclusive use of a investment robot.

In an atypical year, with a global pandemic, recession rates, interest rates at historic lows, investors ended up migrating their investments to stocks because of the higher rates of return, however most new investors end up being surprised by the huge amount of information, which allied to the political-social context impacts the decision-making process, making the possibility of behavioral in this process more evident.

For this reason, this paper discusses the possibility of developing and using counseling robots in the process of choosing stocks by the investor, within the scope of Bovespa, analyzing 377 shares over a period of nine months, using the robot developed by the author as the unique source of decision-making and listing the technological advantages and challenges for the development of tools that fulfill this role.

Finally, some characteristics of a proprietary prototype developed by the author are presented, as well as the results and analyzes performed.

Keywords: Bovespa. Investimento. Robô. Análise Técnica Automatizada.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Uma operação de Trend Following	45
Figura 2 - Fluxo de cadastro de um novo investidor	47
Figura 3 - Recomendação no Canal do Telegram de Possível Compra	49
Figura 4 - Recomendação no Canal do Telegram de Desconsiderar a Compra	49
Figura 5 - Recomendação no Canal do Telegram de Compra	50
Figura 6 - Recomendação no Canal do Telegram de Ajuste de Compra	50
Figura 7 - Recomendação no Canal do Telegram de Venda	51
Figura 8 - Diferença na latência	54
Figura 9 - BPAC11 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda	57
Figura 10 - CSAN3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda	58
Figura 11 - VALE3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda	58
Figura 12 - BIDI4 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda	59
Figura 13 - CAML3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda	59
Figura 14 - LAME3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda	60
Figura 15 - TOTS3 - Seta azul representa a compra	60
Figura 16 - GGBR4 - Seta azul representa a compra	61

LISTA DE TABELAS

Tabela	1 - Histórico dos últimos 20 anos do Índice Bovespa	39
Tabela	2 - Histórico do Índice Bovespa de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020	41
Tabela	3 - Ações analisadas	54
Tabela	4 - Ações analisadas	55
Tabela	5 - Operações realizadas	56
Tabela	6 - Operações em aberto	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MTP	Moderna Teoria de Portfolios
MIU	Modelo de Índice Único
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
NYSE	New York Stock Exchange (Bolsa de Nova York)
DOT	Designated Order Turnaround
SEC	Securities and Exchange Commission (CVM americana)
IN	Índice de Negociabilidade
B3	Bolsa de valores brasileira
Bovespa	Bolsa de valores brasileira
CETIP	Central de Custódia e Liquidação Financeira de Títulos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Delimitação do Tema	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Problema de Pesquisa	15
1.4	Objetivos	16
1.5	Metodologia	16
2	O PROCESSO DE ESCOLHA DE AÇÕES	17
2.1	Um breve histórico das teorias sobre o processo de escolha de ações	17
2.2	Finanças Comportamentais e vieses cognitivos	21
2.2.1	<u>Excesso de confiança</u>	21
2.2.2	<u>Otimismo e Pessimismo</u>	22
2.2.3	<u>Perseverança</u>	23
2.2.4	<u>Efeito de Isolamento e Representatividade</u>	23
2.2.5	<u>Referencial inicial ou Ancoragem</u>	23
2.2.6	<u>Disponibilidade</u>	24
2.2.7	<u>Aversão à perda</u>	24
2.3	Finanças comportamentais e sua importância para o investidor	25
3	ROBÔS INVESTIDORES OU ROBÔS DE ACONSELHAMENTO	27
3.1	Um breve histórico do uso de computadores nas finanças e o surgimento dos robôs investidores	27
3.1.1	<u>Robôs investidores sempre executam as compras e vendas para o investidor?</u>	29
3.2	Processo de desenvolvimento de um robô investidor	29
3.2.1	<u>Desenvolvimento de um algoritmo</u>	30
3.2.2	<u>Escrita deste algoritmo em linguagem de programação</u>	30
3.2.3	<u>Realização de backtests</u>	31
3.2.4	<u>Testes ao vivo em conta demo</u>	31
3.2.5	<u>Validação do robô e início da execução em conta real</u>	31
3.2.6	<u>Vantagens e desvantagens de se operar com robôs investidores</u>	32
3.2.6.1	Vantagens	32
3.2.6.2	Desvantagens	33
3.3	Importância dos robôs para os investidores	34
4	ÍNDICE BOVESPA	35
4.1	Índice Bovespa	35
4.2	Metodologia de cálculo do índice Bovespa	35

4.2.1	<u>Crêterios para participação de a��o na carteira teórica do Ibovespa</u>	36
4.2.2	<u>Crêterios para exclusão de a��o na carteira teórica do Ibovespa</u>	37
4.2.3	<u>Cálculo do �ndice Bovespa (Ibovespa)</u>	38
4.3	Análise do �ndice Bovespa	39
4.3.1	<u>Histórico dos últimos 20 anos</u>	39
4.3.2	<u>Média anual de crescimento nos últimos 20 anos</u>	40
4.3.3	<u>Histórico de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020</u>	40
4.3.4	<u>Média mensal de crescimento de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020</u>	41
4.3.5	<u>Varição total do Ibovespa de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020</u>	41
5	SISTEMA PROPOSTO	43
5.1	Análise Técnica x Análise Fundamentalista	43
5.1.1	<u>Indicadores</u>	43
5.1.2	<u>Trend Following</u>	44
5.2	Apresentação do robô desenvolvimento	46
5.2.1	<u>Conceitos Fundamentais</u>	46
5.2.2	<u>Como funciona</u>	46
5.2.2.1	Tipos de Recomendações	48
5.2.2.2	Intervalo de tempo das recomendações	51
5.2.2.3	Montagem do Portfólio	51
5.2.2.4	Gerenciamento de Risco	52
5.2.3	<u>Desafios tecnológicos na criação do Sistema Proposto</u>	52
6	RESULTADOS OBTIDOS	53
6.1	Metodologia do estudo prático	53
6.2	Apresentação e análise dos resultados obtidos	55
7	CONCLUSÃO	62
7.1	Descobertas deste Estudo Prático	62
7.2	Importância deste trabalho	63
7.3	Possíveis caminhos para continuação deste estudo	63
	REFERÊNCIAS	64
	GLOSSÁRIO	67

1 INTRODUÇÃO

Esse tem sido um dos meus mantras – foco e simplicidade. Simples pode ser mais difícil de fazer do que complexo; você tem que trabalhar duro para clarear seu pensamento a fim de torná-lo simples.

Steve Jobs

O investimento em ações tem se tornado cada vez mais atrativo para o público brasileiro, especialmente com a baixa recente e sistemática nas taxas de juros, onde é possível ser observado um aumento significativo de novos investidores na Bovespa (IN-VESTE, 2020; RESEARCH, 2020). Investidores experientes tem um bom domínio de indicadores do mercado, porém esse conhecimento costuma ser bem limitado para os novos investidores, que ao entrar neste universo se deparam ainda com uma grande quantidade de informações geradas diariamente pela bolsa brasileira, dificultando a sua permanência nela. Nesse contexto, surge ainda um problema maior enfrentado por ambos os investidores, independente do seu grau de experiência, os aspectos comportamentais estudados por Kahneman e Tversky (1979) que acabam impactando no processo de decisão na escolha de uma ação, tornando este processo nem sempre totalmente racional. Sendo Daniel Kahneman autor do best seller "Rápido e Devagar: Duas Formas de Pensar", seus estudos e teorias nos ajudarão a entender melhor o comportamento humano frente à incerteza.

Diante deste cenário, ferramentas de aconselhamento podem vir a auxiliar na tomada de decisão, com um grau maior de segurança, pois conseguem analisar uma grande quantidade de informações em um curto espaço de tempo, de maneira totalmente racional e sem nenhum viés. Estas ferramentas aplicadas no contexto da Bovespa, podem ajudar no desempenho dos investidores e diminuir os efeitos negativos dos aspectos comportamentais e vieses psicológicos no processo de tomada de decisão.

Tendo em vista a relevância dos possíveis impactos no desempenho do investidor com a aplicação dessas ferramentas de aconselhamento, este estudo prático estabelece como problema de pesquisa: qual o retorno alcançado utilizando apenas o robô de aconselhamento, ou seja, tendo como base de decisão na escolha das ações estritamente o robô desenvolvido pelo autor, em comparação ao retorno da Bovespa no mesmo período? Assim, o objetivo geral desse trabalho será identificar o retorno alcançado utilizando apenas o robô de aconselhamento, em comparação ao retorno da Bovespa no mesmo período, para tanto, será discutido o processo de escolha de ações, os robôs de aconselhamento, o retorno da Bovespa no período, as características de um protótipo proprietário desenvolvido pelo autor, bem como os resultados e análises realizadas.

Para o desenvolvimento deste estudo, foi adotada a metodologia de pesquisa de caráter exploratório e descritivo, com base em uma revisão bibliográfica a fim de se com-

preender melhor os conceitos relativos ao tema para melhor fundamentação, com posterior apresentação de análises qualitativas e quantitativas baseadas nos resultados apresentados pelo robô desenvolvido pelo autor e pelos resultados dos usuários convidados.

Para alcançar o objetivo deste estudo, esta monografia foi dividida em 7 capítulos, sendo o primeiro esta introdução. No capítulo 2, iremos abordar o processo de escolha de ações dentro do contexto de finanças comportamentais. Nos capítulos 3 e 4, iremos conceituar os robôs de aconselhamento e o índice Bovespa, respectivamente. Depois, apresentaremos o sistema proprietário desenvolvido pelo autor no capítulo 5 e apresentaremos no capítulo 6 os resultados obtidos. E por último, no capítulo 7 a conclusão com as considerações finais.

1.1 Delimitação do Tema

Este trabalho pretende apresentar uma visão geral sobre robôs de aconselhamento e como eles podem contribuir no desempenho dos investidores e diminuir os efeitos negativos dos aspectos comportamentais, no âmbito da Bovespa.

Além da visão geral com conceitos e teorias, este também é um estudo prático que apresentará ao final os resultados de um protótipo desenvolvido pelo autor e sua correlação com o desempenho do índice Bovespa no mesmo período, além de uma análise do autor.

1.2 Justificativa

Com o surgimento da Teoria Moderna de Finanças Comportamentais um novo campo de estudos acerca da psicologia envolvida em um processo de escolha de um ativo sob risco começou a se desenvolver. Têm sido demonstrado, através de experimentos, as armadilhas emocionais que os próprios indivíduos criam, como por exemplo o superdimensionamento ou desprezo por probabilidades extremamente altas ou baixas (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979). Dentre essas, outras armadilhas que serão discutidas ao longo desta dissertação, indicando que nosso processo cognitivo muitas vezes nos atrapalha de fazer uma escolha puramente racional, sem nem ao menos nos darmos conta.

Em um cenário onde vemos cada vez mais novos investidores brasileiros entrando na bolsa brasileira, surge a necessidade de buscar alternativas para minimizar estes efeitos negativos, nesse contexto que entram os robôs de aconselhamento e suas análises estritamente racionais.

Por este motivo, a discussão sobre a utilização de robôs de aconselhamento é válida e justifica-se pela necessidade de rever os impactos negativos causados pelos aspectos

comportamentais humanos no processo de escolha de uma ação. Para tanto, primeiro é necessário compreender os conceitos de finanças comportamentais e de robôs de aconselhamento, discutindo a teoria e aplicando um estudo prático para dimensionar o quanto os robôs podem efetivamente melhorar o desempenho humano. Investidores podem se beneficiar com a utilização dos mesmos, com base no raciocínio estritamente estatístico-matemático, sem nenhum viés emocional envolvido que os robôs apresentam no momento de escolher uma determinada ação.

Assim, o presente estudo se inicia na necessidade de entender melhor os aspectos comportamentais humanos para que os investidores possam tomar conhecimento de que seu processo de decisão não é totalmente racional e gera uma necessidade de uma tentativa de minimização destes efeitos negativos psicológicos do ser humano através da utilização de robôs de aconselhamento, motivação deste trabalho.

1.3 Problema de Pesquisa

A teoria clássica de investimentos chamada de Teoria da Utilidade Esperada (Expected Utility Theory) teoriza que um bem é escolhido por um investidor em detrimento de outro com base no nível de utilidade que lhe é atribuído, sendo este maior quanto maior for o retorno no estado geral de riqueza que o indivíduo terá após esta aquisição (FRIEDMAN; SAVAGE, 1948). Esta teoria possui algumas inconsistências que já foram comprovadas através de experimentos, onde nem sempre o ativo com maior grau de utilidade é escolhido (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979), segundo YOSHINAGA et al. (2008 apud BARBERIS; THALER, 2003) atribui-se a isso aspectos comportamentais tais como "excesso de confiança, otimismo, representatividade, perseverança, ancoragem e disponibilidade", que acabam tornando não totalmente racional o processo de escolha de investidores ao avaliar o risco de ações (BAZERMAN; MOORE, 1994; SLOVIC; LICHTENSTEIN, 1971; WEINSTEIN, 1980).

Neste contexto, a utilização de robôs de aconselhamento pelo investidor pode ajudar a mitigar estes efeitos negativos do comportamento humano, tendo em vista que o processo de decisão de um robô é estritamente racional, baseado somente nas estatísticas, evitando ou diminuindo os prejuízos que seriam causados por más escolhas realizadas sob uma perspectiva enviesada. Assim, o principal questionamento que este trabalho se propõe a responder é qual seria o retorno alcançado utilizando apenas o robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor, ou seja, tendo uma base de decisão na escolha das ações estritamente racional, em comparação ao retorno da Bovespa no mesmo período?

1.4 Objetivos

Como forma de tentar minimizar os efeitos negativos dos aspectos comportamentais humanos foi desenvolvido pelo autor um robô de aconselhamento com o objetivo geral de identificar o retorno alcançado utilizando apenas o robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor, ou seja, tendo uma base de decisão na escolha das ações estritamente racional, em comparação ao retorno da Bovespa no mesmo período.

Para atingir o objetivo geral, teremos os seguintes objetivos específicos:

- Conceituar e analisar o processo de escolha de ações dentro do contexto de finanças comportamentais
- Conceituar os robôs de aconselhamento
- Conceituar o índice Bovespa
- Apresentar o sistema proprietário desenvolvido pelo autor
- Apresentar e analisar os resultados obtidos

1.5 Metodologia

O presente estudo consiste em pesquisa aplicada, com abordagem metodológica de caráter exploratório e descritivo, com base em uma revisão bibliográfica de fontes primárias e secundárias em artigos e livros, a fim de se compreender melhor os conceitos relativos ao tema para melhor fundamentação, e um estudo experimental através do robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor, com posterior apresentação de análises qualitativas e quantitativas baseadas nos resultados apresentados pelo robô e pelos usuários convidados, de forma a cumprir com o papel científico deste trabalho, respondendo o objetivo geral e alcançando também os objetivos específicos.

2 O PROCESSO DE ESCOLHA DE AÇÕES

Um pessoa só está sentada em uma sombra hoje porque outra plantou uma árvore há muito tempo atrás.

Warren Buffett

Este capítulo conceitua e analisa as diferentes teorias acerca do processo de escolha de um ativo sob incerteza, apontando seus pontos em comum e suas possíveis divergências, com o objetivo de formar uma base de conhecimento que motive e justifique a criação de robôs de aconselhamento.

2.1 Um breve histórico das teorias sobre o processo de escolha de ações

Com o desenvolvimento da ciência nos últimos séculos, em especial após o período do Renascimento, alguns teóricos como Blaise Pascal (1623-1662) e Pierre de Fermat (1601-1665) lançaram as bases para os conhecimentos de probabilidades modernos com a primeira teoria que ligava o comportamento humano à matemática conhecida como princípio da expectância matemática (CUSINATO, 2003).

Alguns anos se passaram dessa primeira teoria e diversas situações que não obedeciam as suas regras aconteceram, levando então à uma segunda teoria que ficou muito famosa e perdurou durante os séculos seguintes, instituída por Bernoulli, sendo considerada o marco inicial da Teoria da Utilidade Esperada, que estabelece que o valor de um ativo não está somente no preço dele, que seria igual para todos, mas no quão útil ele seria para cada indivíduo, e essa medida varia conforme a pessoa (CUSINATO, 2003 apud RISK; BERNOULLI, 1954).

Muitos anos se passaram desde Bernoulli e segundo Cusinato (2003), apesar da teoria já ter sido formulada e ser amplamente aceita, ela esbarrava em um problema de aceitação pois:

Apesar dos avanços e da ampla discussão da teoria da utilidade, o estudo da tomada de decisão sob condições de incerteza continuou em segundo plano durante as primeiras décadas do século XX. Às vezes, alguém fazia referência à teoria de Bernoulli, sugerindo que a maximização da utilidade esperada seria um meio adequado de representar as preferências dos indivíduos em condições de incerteza. Porém, a sugestão se encerrava em uma fraqueza: não havia razão para supor que as escolhas dos indivíduos seriam suportadas pela teoria da utilidade esperada. Por que especificamente a utilidade esperada seria a medida relevante para representar a tomada de decisões? (CUSINATO, 2003)

Foi somente em 1944 em sua obra intitulada “Theory of games and economic

behavior” que John Von Neumann e Oskar Morgenstern conseguiram responder à esta pergunta, estabelecendo os axiomas da Teoria da Utilidade Esperada e moldando o comportamento humano através da matemática (CUSINATO, 2003 apud MORGENSTERN; NEUMANN, 1953). Anos mais tarde, MARKOWITZ (1952) publica então a primeira teoria que aplica estes conceitos ao mundo das finanças, voltada para a escolha de ativos financeiros, a chamada Moderna Teoria de Portfólios (MTP), com dois conceitos fundamentais: o retorno esperado da carteira e sua variância (risco da carteira), trazendo assim para o cenário das finanças o conceito de risco, e contrariando o pensamento da época de alocação dos recursos, que era de centralizar nos ativos que tinham o maior retorno esperado, demonstrando que era melhor diversificar os ativos, pois desta forma a variância (risco da carteira) era reduzido pelo fato dos preços dos ativos não andarem sempre juntos e no mesmo sentido, desta forma a queda de um ativo poderia ser minimizada pela alta de outro (ZANINI; FIGUEIREDO, 2005 apud MARKOWITZ, 1952). Esta teoria de Markowitz, porém, tinha um problema, segundo Zanini e Figueiredo (2005 apud BRUNI; FAMÁ, 1998):

O modelo precedente, de Markowitz, necessita elevadíssimo número de informações para ser aplicado. Bruni e Famá (1998) citam um trabalho de Sharpe, datado de 1961, que determinou que o melhor computador IBM existente ao início daquela década necessitaria de cerca de 33 minutos para realizar uma otimização de uma carteira composta por cem ativos, e isto a um elevado custo de US\$ 300, o que inviabilizava testes e simulações. (ZANINI; FIGUEIREDO, 2005)

E foi devido a estas dificuldades, com a complexidade de cálculos da teoria e custos elevados por conta da escassez de poder computacional da época que Sharpe (1963) desenvolveu uma simplificação da MTP, chamada de Modelo de Índice Único (MIU), ou Capital Asset Pricing Model (CAPM) em inglês, e diferente do modelo proposto por Markowitz, onde segundo Zanini e Figueiredo (2005):

De uma forma simplificada, pode-se dizer que o modelo proposto por Markowitz (1952), preconiza que o retorno esperado para um conjunto de ativos é a média ponderada dos retornos esperados para cada ativo individual. Já o risco deste conjunto de ativos não é a média dos riscos dos ativos individuais, mas uma função das variâncias individuais de cada ativo e de uma parcela das covariâncias entre os ativos, calculadas dois a dois. A dificuldade existente para a aplicação da teoria proposta por Markowitz naquela época, dado o elevado número e certa complexidade dos cálculos necessários ao seu desenvolvimento. (ZANINI; FIGUEIREDO, 2005)

O MIU, ainda segundo Zanini e Figueiredo (2005), ”não parte do princípio que os retornos entre os ativos estão correlacionados entre si, mas sim com um índice único, este representativo do retorno de todo o mercado onde são transacionados aqueles ativos”. Desta forma, os cálculos necessários caíram drasticamente, e por consequência o tempo e custos envolvidos no processo, mesmo que houvesse uma perda de precisão (ZANINI; FIGUEIREDO, 2005 apud SHARPE, 1963).

Muitos anos novamente se passaram, com o modelo de Sharpe, baseado na teoria de Markowitz, sendo amplamente aceito, admitido como o padrão no processo de escolha de um ativo financeiro sob risco e testado exaustivamente por diversos teóricos, que começaram a encontrar também deficiências no modelo de Sharpe.

Um dos principais críticos foi Eugene Fama, que em 1970 publica a sua teoria da Hipótese dos Mercados Eficientes, onde o preço de um ativo reflete as informações disponíveis sobre a empresa que o emitiu e que nenhuma informação poderia gerar lucros para um investidor específico, tendo em vista que todos os investidores teriam acesso à essa mesma informação ao mesmo tempo. Ele propôs ainda que existiriam três formas de eficiência do mercado, a fraca onde preços passados podem prever preços futuros, a forma semiforte que além de registros passados influenciarem os preços futuros, quaisquer informação pública também o influencia, e a forma forte onde além das características das formas anteriores, os preços também já refletem as informações privilegiadas, ou seja, aquelas que somente um pequeno grupo de investidores tem acesso (MUSSA et al., 2010 apud MALKIEL; FAMA, 1970). De acordo com Mussa et al. (2010), Fama enumerou três condições para a verificação da existência dos mercados eficientes:

Fama (1970) enumerou três condições para a verificação da eficiência dos mercados: a) inexistência de custos de transação; b) toda a informação está disponível a custo zero, a todos os participantes do mercado e c) todos concordam quanto aos efeitos das informações nos preços atuais dos ativos, assim como em suas distribuições futuras (expectativas homogêneas). Essas condições seriam suficientes, mas não necessárias para a eficiência dos mercados. Por exemplo, até mesmo elevados custos de transação não implicam que, quando a transação ocorra, os preços não reflitam totalmente a informação disponível. (MUSSA et al., 2010)

A principal crítica que o MIU sofria por parte do Fama e outros teóricos era que este modelo baseava-se em apenas uma variável para determinar os retornos dos ativos, traduzindo somente o fator de risco do mercado em si (MUSSA et al., 2010). Segundo Mussa et al. (2010):

Dentre os estudos que identificaram tais ineficiências e terminaram por caracterizar algumas anomalias de mercado, pode-se citar Banz (1981), Jaffe, Keim e Westerfield (1989) e Fama e French (1992) (...). Muitos desses autores passaram, então, a sugerir que novas variáveis fossem agregadas ao CAPM. (MUSSA et al., 2010)

A partir desses estudos que identificaram ineficiências no MIU que Fama e French (1996) propuseram o modelo de três fatores de risco para modelar o retorno das ações, que segundo Mussa et al. (2010) "captura a maior parte das anomalias não assimiladas pelo fator mercado, exceto a anomalia denominada momento.". Ainda segundo Mussa et al. (2010), estes fatores seriam:

Os fatores de risco do modelo são o mercado, conforme definido pelo CAPM original, o tamanho da empresa, definido pelo valor de mercado

do patrimônio líquido e o índice Book-to-Market ou B/M, que, por definição, é a relação entre o valor contábil e de mercado do patrimônio líquido. (MUSSA et al., 2010)

Porém, como já havia acontecido anteriormente, começaram a surgir situações onde o que ocorria na prática não refletia o que a teoria previa. Essas anomalias começaram a ser observadas e questionadas com mais força a partir de 1979, quando surgiu uma nova vertente no estudo do processo de escolha de ativos sob risco, as finanças comportamentais. Liderados por Daniel Kahneman e Amos Tversky, que através de diversos experimentos comprovaram que nem sempre quem está escolhendo entre dois ativos, com riscos atribuídos a cada um deles, segue a Teoria da Utilidade Esperada, muita das vezes indo contra seus axiomas, mostrando que nem sempre o processo de decisão é sempre racional, levando-se em consideração também aspectos comportamentais como o efeito da certeza atribuído à um ou outro ativo, e a aversão ao risco quando o investidor busca por ganhos e a procura por ele quando o mesmo investidor deseja evitar prejuízos, lançando assim uma teoria alternativa, a Teoria da Perspectiva (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979).

A Teoria da Perspectiva com seus experimentos psicológicos e psicanalíticos abriu caminhos para questionar os modelos anteriores onde segundo Mussa et al. (2010 apud HALFELD; TORRES, 2001) existia uma racionalidade humana ilimitada:

Dessa maneira, é possível inferir que, principalmente sobre MARKOWITZ (1952) e Malkiel e Fama (1970), está estruturada uma das premissas fundamentais das finanças modernas, que, segundo Halfeld e Torres (2001), é a idéia de que o homem é um ser perfeitamente racional que, no processo de tomada de decisão, é capaz de analisar todas as informações disponíveis e considerar todas as hipóteses para a solução do problema. (MUSSA et al., 2010)

A partir destes experimentos, um fator extremamente relevante que não havia sido considerado anteriormente foi posto na equação: o comportamento humano. Nem sempre nos comportamos racionalmente, e por este motivo, é tão difícil prever matematicamente os resultados de nossos atos. Mas e se fôssemos imprevisivelmente previsíveis? Foi justamente essa questão que os teóricos seguintes tentaram resolver, apontando alguns defeitos humanos como fatores fundamentais na tomada de decisão sob risco. YOSHINAGA et al. (2008) fez uma síntese com os principais teóricos e as características humanas estudadas por eles, Kahneman e Tversky (1979), por exemplo, conseguiram demonstrar através de seus experimentos o problema do excesso de confiança, onde a maioria das pessoas confia demais em seus processos de estimar algum risco, desconsiderando o efeito da incerteza inerente no processo, já Weinstein (1980) comprovou com seus estudos que a maioria das pessoas tem problemas de otimismo, acreditando terem habilidades e poderem fazer mais do que realmente podiam. Temos ainda o problema da perseverança, estudado por BAZERMAN e MOORE (1994), que demonstrou que as pessoas tendem a analisar um ativo enviesadas e buscando por informações que comprovem o seu ponto de vista, geralmente negando quaisquer outras informações negativas que as contrariem.

Apesar de nos últimos anos diversas novas pesquisas e experimentos nessa área de finanças comportamentais terem sido realizadas, ainda não há consenso sobre qual teoria melhor modela o comportamento humano, com uma divisão entre os que defendem os modelos de portfolio baseados no trabalho de Markowitz e Sharpe, e os que defendem teorias sobre finanças comportamentais.

2.2 Finanças Comportamentais e vieses cognitivos

Após este breve histórico sobre as teorias, podemos perceber que apesar do estudo do comportamento humano acerca da tomada de decisões sob risco já possuir quase três séculos e meio, o fator humano em si, ou seja, aquele que coloca na conta as nossas imperfeições e armadilhas cognitivas, somente começou a ser questionado nos últimos 50 anos, não sendo nem mesmo ainda unanimidade, talvez pelo fato de misturar-se ciências humanas, como a psicologia e a sociologia, com ciências exatas, como a matemática e a estatística, ou talvez pelo fato de não conseguirmos admitir que não somos perfeitamente racionais.

Fato é que as teorias baseadas na precificação de ativos e no modelo de Sharpe, que não atribuem nenhuma forma de quantificar a irracionalidade humana, demonstraram ano após ano diversas anomalias que não foram possíveis de serem respondidas pela teoria clássica, somente tendo alguma possibilidade de explicação baseadas nos estudos do comportamento humano. Mas as finanças comportamentais não nasceram para criar uma nova forma de analisar todo o processo, ela não rejeita a teoria anterior, mas somente procura formas de tentar explicar as anomalias pré-existentes, de forma a questionar a hipótese da racionalidade ilimitada humana na tomada de decisão de ativos sob risco, demonstrando que na verdade, muitos acontecimentos ocorridos no mercado se devem à irracionalidade do comportamento humano (MUSSA et al., 2010 apud MILANEZ, 2003).

Essa irracionalidade comportamental humana já foi alvo de diversos estudos, os quais conseguiram identificar alguns vieses cognitivos que acabam influenciando o processo de decisão humano a não ser totalmente racional. Detalharemos a seguir alguns desses vieses.

2.2.1 Excesso de confiança

Apesar da crença da maioria dos investidores de que conseguem vencer o mercado, diversos estudos já comprovaram que na prática isto não é o que acontece. Podemos ver, por exemplo, o estudo de Weinstein (1980) que comprovou que 90% das pessoas que participaram do experimento acreditavam possuir habilidades e serem capazes de fazer

mais do que realmente podiam (YOSHINAGA et al., 2008 apud WEINSTEIN, 1980). Outro estudo nesse sentido foi o de Odean (1999), que demonstrou que a maioria dos investidores, ao contrário do que eles acreditavam, não conseguiam vencer o mercado (HALFELD; TORRES, 2001 apud ODEAN, 1999).

Trazendo esta problemática para o contexto brasileiro, Chague, De-Losso et al. (2019) analisaram mais de 19 mil investidores entre 2012 e 2017, com dados fornecidos pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), sem identificação individual dos investidores, que realizavam somente a modalidade de day trade, ou seja, aqueles que compravam determinado ativo e o vendiam no mesmo dia. Apesar de nesse mesmo período o número de investidores nessa modalidade ter crescido, o que demonstra um público confiante em ganhar do mercado, ficou comprovado que daqueles que sobreviveram a mais de 300 dias na bolsa, 97% perderam dinheiro, e dos que conseguiram ganhar, somente 36,17% ganharam mais do que o salário mínimo da época, reforçando e confirmando o problema do excesso de confiança dos investidores.

2.2.2 Otimismo e Pessimismo

Outro importante viés cognitivo observado pelos Halfeld e Torres (2001 apud KAHNEMAN; TVERSKY, 1979) seria o otimismo exagerado, quando o investidor desrespeita a racionalidade ao comprar um ativo que se encontra há algum tempo com desempenho positivo, e portanto, seria esperado um retorno à um preço médio para este ativo, no que é conhecido como princípio de retorno à média em finanças, ou seja, uma desvalorização no curto prazo, porém este princípio é ignorado pelos investidores, o que segundo Halfeld e Torres (2001) "fere o mais importante princípio do mercado financeiro: comprar na baixa e vender na alta". Tal comportamento evidencia o otimismo, quando ao comprar um ativo desta forma o investidor tem a expectativa que o mesmo continuará subindo pelo simples fato de em um passado recente isso ter acontecido, e se algo acontece de maneira contrária ao esperado, não é enxergado como um retorno à média, mas como uma anomalia sem sentido e que não tende a se repetir.

O pensamento inverso também ocorre, evidenciando o pessimismo dos investidores frente à algum ativo, quando após uma série de maus resultados, um ativo apresenta um resultado positivo, novamente isto não é visto como um retorno à média, mas com desconfiança e pessimismo (HALFELD; TORRES, 2001).

2.2.3 Perseverança

Como visto no viés cognitivo anterior, o investidor ao entrar em uma posição, ou seja, realizar uma compra de uma ação, e algo ir contra sua expectativa, tende a tratar este evento como uma anomalia que não irá se repetir, como se o mesmo entrasse em um estado de negação de que ele pode não estar certo. Esses investidores muitas das vezes buscam somente por informações que confirmem a sua visão, excluindo e negando qualquer informação que os contrarie, gerando um forte viés no processo decisório (YOSHINAGA et al., 2008 apud BAZERMAN; MOORE, 1994).

2.2.4 Efeito de Isolamento e Representatividade

Este viés cognitivo remete ao fato dos investidores realizarem simplificações em processos decisórios, constantemente avaliando as chances de um evento ocorrer através das chances de um grupo de eventos ocorrerem, como por exemplo, Kahneman e Tversky (1979) realizaram o seguinte experimento:

Considere um jogo em duas fases. Na primeira fase, existe uma chance de 75% do jogo acabar sem nenhum ganho e uma probabilidade de 25% de se passar para a segunda fase. Se você conseguir passar para a segunda fase, deverá escolher entre:

A) 80% de chance de ganhar 4000 B) 100% de chance de ganhar 3000

É preciso escolher antes do jogo começar, isto é, antes de saber o resultado da primeira fase. (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979)

Como resultado deste experimento, 78% das pessoas escolheram a opção B, ignorando a primeira fase do jogo, demonstrando o problema da simplificação, onde os investidores tendem a descartar o que dois ativos tem em comum e analisar somente suas características diferentes, não isolando corretamente os problemas (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979).

Outro problema com esse viés é o tamanho da amostra não ser levado em consideração pelo investidor, incorrendo no erro de julgar que a probabilidade de um evento é a mesma independente do tamanho da amostra (YOSHINAGA et al., 2008 apud KAHNEMAN; TVERSKY, 1979).

2.2.5 Referencial inicial ou Ancoragem

Como observado através de experimentos por Kahneman e Tversky (1979) o mesmo problema apresentado para dois investidores com níveis de riqueza inicial distintos possui resoluções diferentes, ou seja, as decisões tomadas, apesar de ser o mesmo problema,

são diferentes pois foram influenciadas pelo referencial inicial de riqueza do investidor, indicando mais um problema frontal contra a teoria da racionalidade ilimitada humana. A termos de exemplo, neste experimento um ganho de R\$1.000,00 é percebido de maneiras diferentes por alguém que possui uma riqueza inicial de R\$1.000,00 e por alguém que possui inicialmente R\$100.000,00.

2.2.6 Disponibilidade

O viés da disponibilidade refere-se ao fato dos investidores lembrarem-se mais facilmente de eventos que ocorram com maior frequência, ou seja, os investidores se lembram mais dos eventos mais prováveis do que dos improváveis (YOSHINAGA et al., 2008 apud BAZERMAN; MOORE, 1994).

2.2.7 Aversão à perda

Este viés foi demonstrado nos mesmos experimentos realizados por Kahneman e Tversky (1979), onde ficou provado matematicamente que as pessoas sentem mais a dor da perda de uma quantia X do que o prazer de um ganho da mesma quantia, o que também contradiz frontalmente a expectativa da Teoria da Utilidade, onde o investidor analisa um ativo somente devido ao nível final de riqueza que ele terá com a aquisição do mesmo, sendo um processo puramente racional, mas o que ficou comprovado foi que o investidor na verdade, partindo cada um de seu próprio referencial, avalia o ganho e a perda individualmente, baseado em mudanças de riqueza, tendo uma aversão por riscos ao buscar ganhos e inversamente do pensamento tradicional, busque pelo risco ao tentar evitar perdas, conforme pode ser visto em um dos experimentos feitos, retratado abaixo:

Problema 11: Em adição ao que você já tem, você recebe 1.000,00. Agora você deve escolher entre as seguintes opções:

A) 50% de chance de ganhar 1.000,00 B) 100% de chance de ganhar 500,00

Problema 12: Em adição ao que você já tem, você recebe 2.000,00. Agora você deve escolher entre as seguintes opções:

C) 50% de chance de perder 1.000,00 D) 100% de chance de perder 500,00

(KAHNEMAN; TVERSKY, 1979)

No primeiro problema, a maioria das pessoas (84% delas) escolheu a opção B), já no segundo problema, 69% escolheu a opção C), comprovando que as pessoas preferem a certeza de ganhar do que o risco de talvez não ganhar nada, e na ponta oposta preferem buscar o risco de tentar não perder nada do que ter uma perda certa. Entretanto, em

termos da Teoria da Utilidade Esperada e expectativas de riqueza final, as opções A) e C) são idênticas, uma vez que o investidor já começa com 1.000,00 e possui 50% de chance de terminar com 2.000,00 e 50% de chance de terminar com 1.000,00, da mesma forma as opções B) e D) também são idênticas, pois o investidor começa com 2.000,00 e possui 100% de chance de terminar com 1.500,00 (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979). Essa discrepância na escolha de alternativas diferentes entre problemas com soluções iguais, em termos de riqueza final, contradiz a Teoria da Utilidade Esperada, e mostra que as pessoas possuem uma aversão à perda e analisam os problemas em termos de mudanças de riqueza, sempre a partir do referencial inicial de cada um. Esta ideia foi a base para a formulação da Teoria da Perspectiva.

Dentro deste contexto de aversão à perda e da comprovação matemática por Kahneman e Tversky (1979) da dor de uma perda ser maior do que o prazer de um ganho, outros estudos foram realizados e um novo fenômeno também foi observado, o medo do arrependimento. Esse conceito retrata que um investidor prefere não se desfazer de ativos que estejam gerando prejuízos, ou seja, estejam com o preço atual menor do que o preço de compra original, somente pelo fato de que é a dor de assumir que se está errado é muito grande, o que novamente contradiz a Teoria da Utilidade (HALFELD; TORRES, 2001 apud ODEAN, 1999). Segundo Halfeld e Torres (2001):

Statman (1995) dá o exemplo de indivíduos que evitam vender papéis por um preço inferior ao de compra, mantendo-os em sua carteira de investimentos por longos intervalos de tempo e comprometendo sua liquidez conscientemente, deixando de realizar melhores opções de negócios nesse período devido ao medo do arrependimento. A vergonha de informar que se realizou um mau investimento acaba por fazer com que alguns participantes do mercado façam opção somente por ações de grandes empresas ou assumam posições sempre com a maioria do mercado; afinal de contas, é mais fácil assumir um erro quando ele foi cometido pela maioria. (HALFELD; TORRES, 2001)

2.3 Finanças comportamentais e sua importância para o investidor

Tendo em vista todos estes vieses cognitivos já identificados que demonstram que o homem, diferente da teoria clássica de finanças, não possui racionalidade ilimitada e pelo contrário, segundo Halfeld e Torres (2001):

O homem das Finanças Comportamentais não é totalmente racional; é um homem simplesmente normal. Essa normalidade implica um homem que age, freqüentemente, de maneira irracional, que tem suas decisões influenciadas por emoções e por erros cognitivos, fazendo com que ele entenda um mesmo problema de formas diferentes, dependendo da maneira como é analisado. As decisões tomadas de acordo com a formulação de um problema, em alguns casos, seguem um padrão identificável que pode e deve ser contemplado por um modelo econômico e financeiro. (HALFELD; TORRES, 2001)

Por estes motivos que, no escopo deste estudo, utilizaremos os conceitos das finanças comportamentais, que nasceram como forma de tentar modelar as anomalias que existiam na teoria clássica, tentando identificar padrões de comportamentos devido à estes vieses cognitivos, incluindo na conta pela primeira vez o papel errático do ser humano, que comete erros, que tem cansaço, que tem fome, que tem medo, que tem ganância, entre tantos outros sentimentos inerentes e que tornam o processo de decisão sob risco não totalmente racional, sendo também muito importante para os investidores tomarem conhecimento deste processo e criarem consciência de que talvez suas decisões possuam algum viés, podendo assim evitarem riscos e perdas desnecessárias. Neste contexto, um robô de aconselhamento pode ajudá-los a tornarem seu processo decisório menos sujeito à vieses cognitivos, e por consequência, erros e perdas.

3 ROBÔS INVESTIDORES OU ROBÔS DE ACONSELHAMENTO

Tudo que pode ser contado, não necessariamente conta; tudo que conta, não necessariamente pode ser contado.

Albert Einstein

Este capítulo apresenta o surgimento dos robôs investidores e seus conceitos fundamentais, seu processo de desenvolvimento, suas vantagens, desvantagens e sua importância para o investidor.

3.1 Um breve histórico do uso de computadores nas finanças e o surgimento dos robôs investidores

Como já visto no capítulo anterior, quando MARKOWITZ (1952) publicou a sua Moderna Teoria de Portfólios, existia uma grande dificuldade com a complexidade de cálculos da teoria e custos elevados por conta da escassez de poder computacional da época, e por este motivo o uso de computadores para realizar operações só começou a se popularizar com a expansão tecnológica da eletrônica e consequentemente aumento de capacidade e diminuição dos custos, a partir da década de 1970.

Foi somente em 1971, após 179 anos da criação da Bolsa de Nova York (New York Stock Exchange - NYSE), que o economista Black (1971) começou a se questionar se as negociações poderiam ser automatizadas e se o especialista responsável por formar os preços de mercado (aquele que decidia os preços de compra e venda de cada ativo, gerando o preço de mercado desta forma) poderia ser substituído por um computador (FOUCAULT, 2012 apud BLACK, 1971).

Ainda no início dos anos 1970, a NYSE começou a revolução do uso de computadores nas operações de ativos financeiros, com a implementação do sistema Designated Order Turnaround - DOT (retorno designado da ordem, em tradução livre) (FOUCAULT, 2012), que fazia com que as ordens passassem diretamente de forma eletrônica para as telas dos especialistas do pregão, sem passar pelos corretores, e retornava em tempo real uma confirmação quando a ordem era efetivamente executada, aumentando assim a velocidade, precisão e diminuindo erros ao eliminar do processo a gerência das ordens pelo corretor. Posteriormente em 1984, uma versão melhorada chamada Super-DOT foi lançada para substituir o DOT (MCGOWAN, 2010).

Para entendermos melhor a revolução que o DOT e o Super-DOT trouxeram cabe ressaltar que antes destes sistemas, a informação sobre os ativos financeiros era distribuída através de fitas de telecomunicação, o que era um processo caro e lento. Além disso, era

necessário que os negócios fossem fechados pelos corretores, que se aglomeravam no saguão da bolsa de valores, tendo que identificar a outra ponta, compradora se estivesse vendendo e vice-versa, de maneira física para que um negócio fosse fechado (MCGOWAN, 2010 apud BRUMMER, 2008).

Esse processo de automação continuou na década de 1980 com o desenvolvimento do chamado Program Trading (programa de negociação, em tradução livre) que é definido pela NYSE como a compra ou venda de 15 ou mais ações com valor acima de U\$1 milhão de dólares simultaneamente. Graças a ajuda dos computadores essa prática foi amplamente utilizada para executar várias operações simultaneamente em ativos diferentes, possibilitando que as grandes firmas pudessem fazer rebalanceamentos de portfólios de maneira automatizada, mais eficiente e rápida, comprando e vendendo grandes quantidades de ações diferentes em curto espaço de tempo. Com este novo sistema, foi automatizada também a arbitragem de índices, onde as empresas lucravam ao colocar ordens simultaneamente no mercado à vista (com o preço das ações atual) e no mercado de índices futuros (com a expectativa do mercado sobre o preço de um determinado conjunto de ações em um período futuro) quando estes preços ficavam distantes o suficiente um do outro (MCGOWAN, 2010 apud FURBUSH, 2002).

Ainda na década de 1980 e início da década de 1990, o próximo passo da evolução da automação com uso de computadores no mundo financeiro foi dado com a implementação de sistemas do tipo Order Matching (casamento de ordens, em tradução livre), como cita Foucault (2012): "por exemplo, o sistema de negociação CAC na França em 1986 ou as Redes de comunicação eletrônica nos EUA na década de 1990". Estes sistemas substituíram os especialistas nas bolsas e começaram a realizar automaticamente o casamento de ordens de compra e venda, realizando efetivamente os negócios entre quem queria comprar e quem queria vender determinado ativo, após concordarem com o preço.

O próximo grande passo evolucionar ocorreu em 2001, quando houve a alteração do valor do tick (que é a menor unidade de variação do preço de uma ação) dos tradicionais 1/16 de dólar para U\$0,01, em um processo que diminuiu os lucros dos formadores de mercado e aumentou de maneira significativa a liquidez dos ativos, conforme explica McGowan (2010):

Liquidez é o grau em que um ativo ou título pode ser comprado ou vendido no mercado sem afetar o preço do ativo. Os ativos que podem ser facilmente comprados ou vendidos são conhecidos como ativos líquidos. (MCGOWAN, 2010)

Este processo então levou por consequência a uma expansão drástica do uso de computadores realizando operações via algoritmos nas bolsas de valores (MCGOWAN, 2010 apud MOYER; LAMBERT, 2009), essas operações, segundo Lin (2012 apud MONKS; LAJOUX, 2010), podem ser definidas como "a negociação algorítmica utiliza fórmulas predefinidas para comprar, vender e manter posições em vários instrumentos financeiros", no que também são chamados de robôs investidores.

Chegamos então ao último passo nesse processo evolutivo, quando em 2005 a Securities and Exchange Commission (SEC), Comissão de Valores Mobiliários (CVM) dos EUA, promulgou uma série de iniciativas e leis para regular este mercado naquele país, chamada de Regulation National Market System (Reg. NMS), onde a principal mudança se deu ao decretar que as ordens eletrônicas recebidas pelas corretoras deveriam ser executadas imediatamente ao melhor preço disponível em todo país, pois anteriormente as corretoras utilizavam as diferenças entre os preços de compra e venda dos ativos para lucrar alguns centavos em cima de cada ordem, na chamada diferença de spread (MCGOWAN, 2010 apud MOYER; LAMBERT, 2009).

E foi assim que o uso de computadores nas finanças surgiu e evoluiu, estando intimamente atrelado ao avanço científico dos computadores e o processo de popularização dos mesmos para dentro das casas das pessoas, devido principalmente à diminuição dos custos e aumento do poder computacional. Soma-se à isso, regulamentações sólidas e o aparecimento de diversas soluções comerciais baratas ou até mesmo gratuitas a partir da década de 2000 para os investidores comuns poderem desenvolver seus próprios algoritmos, os robôs investidores, como por exemplo o MetaTrader 4 em 2005 e o MetaTrader 5 em 2009, o qual utilizaremos para o desenvolvimento deste trabalho.

3.1.1 Robôs investidores sempre executam as compras e vendas para o investidor?

Agora que já apresentamos o conceito de robôs investidores e fizemos um breve histórico para entender como eles surgiram, precisamos esclarecer também que os robôs investidores nem sempre efetivam as ordens de compra e venda dos ativos para os investidores, ou seja, existem robôs que, após seguirem um algoritmo com fórmulas predefinidas de forma a analisar uma grande quantidade de informações sobre determinado ativo, não realizam as operações de compra e venda, apenas emitindo uma notificação sobre um ativo, recomendando uma compra ou venda, e quem deve efetivar ou não a operação é um humano. Este conceito é fundamental para o entendimento do Sistema Proposto por este trabalho, a ser discutido no capítulo 5.

3.2 **Processo de desenvolvimento de um robô investidor**

Tendo apresentado como os robôs investidores surgiram e conceituado que eles nada mais são do que uma sequência de passos predeterminados com fórmulas matemáticas a serem seguidas automaticamente através de um programa de computador, apresentaremos como sugestão o processo de desenvolvimento de um robô investidor utilizado pelo autor, que basicamente consiste nas seguintes etapas:

1. Desenvolvimento de um algoritmo;
2. Escrita deste algoritmo em linguagem de programação;
3. Realização de backtests;
4. Testes ao vivo em conta demo;
5. Validação do robô e início da execução em conta real;

A seguir, detalharemos cada uma destas etapas.

3.2.1 Desenvolvimento de um algoritmo

A primeira etapa de desenvolvimento de um robô pelo autor consiste na criação de um algoritmo que, como já apresentado em seções anteriores, é uma sequência de passos predeterminados com fórmulas matemáticas a serem seguidas pelo robô, esta etapa também pode ser chamada de desenvolvimento da estratégia de investimento.

Esta etapa é crucial para o sucesso do robô investidor, pois como o mesmo somente repete o que for programado para fazer, sua lucratividade depende diretamente de um bom algoritmo base. A criação do algoritmo em si é um processo de tentativa e erro, após exaustiva observação do mercado, onde o investidor humano poderá balizar suas métricas, descartando o que não gerar retorno e escolhendo como regras para seu algoritmo o que ele observa funcionar em determinado ativo e período de tempo.

3.2.2 Escrita deste algoritmo em linguagem de programação

Após esta exaustiva observação por parte do investidor para identificar padrões e regras que possam ser aplicados automaticamente através de um robô investidor, é necessário traduzir estas regras para a linguagem de programação, ou seja, para uma linguagem que o computador possa entender, fazendo com que o robô seja executado. É nesta etapa que efetivamente o robô é criado, fazendo com que ele automatize o processo de análise e compra e venda de um ativo que o investidor idealizou na etapa de criação do algoritmo.

Esta etapa requer algum conhecimento técnico por parte do investidor, pois geralmente as plataformas que existem hoje para esses fins possuem suas próprias linguagens proprietárias, exigindo algum estudo mais aprofundado sobre programação.

3.2.3 Realização de backtests

Após o investidor escrever as regras em linguagem de programação, construindo efetivamente o robô, esta próxima etapa é a primeira etapa de validação da estratégia em si, onde será feito o processo de backtest, que consiste na realização de teste da execução do robô no período histórico do ativo, ou seja, execução do robô em um período passado do ativo, algo que já ocorreu, para que seja observado se existe algum erro na execução que precise ser corrigido, e por último, se a performance realmente é boa o suficiente como esperado na etapa de criação do algoritmo.

Após esta etapa, com suas devidas correções necessárias no robô, se a performance realmente se mostrar satisfatória, passa-se para a próxima etapa.

3.2.4 Testes ao vivo em conta demo

Quando se chega nesta etapa, a estratégia já foi devidamente validada e o robô está pronto para prosseguir com a execução no mercado ao vivo, porém, como ele ainda não fora testado nestas circunstâncias, é necessário primeiro testar em uma conta demo, que nada mais é do que uma conta que contém todas as informações do mercado real e ao vivo, porém o investidor utiliza dinheiro fictício. Desta maneira, é possível simular o mercado real, sem haver prejuízos financeiros, caso algum erro seja encontrado devido às novas condições do mercado ao vivo.

Após longas observações nesta etapa, com as devidas correções necessárias, ocorre a segunda validação do robô investidor, habilitando-o para a última etapa.

3.2.5 Validação do robô e início da execução em conta real

Chegando neste estágio, o robô encontra-se praticamente pronto e pode-se dar início à execução em conta real, que diferente da conta demo, é uma conta com todas as informações do mercado real e ao vivo, porém com dinheiro também real do investidor. Por haver ainda algumas diferenças entre a conta demo e a conta real, é aconselhável para o investidor nesta etapa começar com um valor baixo no robô e observar sua execução por algum tempo. Dessa forma, caso algum novo erro ocasionado por estas diferenças ocorra, será possível ser prontamente resolvido com o mínimo impacto possível sobre os seus investimentos.

Após esta validação final, o robô se encontra pronto para operar por conta própria, mas nunca estará 100% protegido de erros, como veremos na parte de desvantagens de se operar com robôs investidores, mais a frente neste trabalho.

3.2.6 Vantagens e desvantagens de se operar com robôs investidores

Agora que sabemos um método em etapas para desenvolvimento de um robô, vamos observar as vantagens e desvantagens de se operar com esses robôs, para que possamos justificar sua utilização, porém ao mesmo tempo considerar também os aspectos negativos nesse processo.

3.2.6.1 Vantagens

Segundo Wahid (2013 apud STOCKHUS, 2011) existem 4 vantagens a serem consideradas na utilização dos robôs investidores:

1. Eliminação dos erros humanos;
2. Nenhuma subjetividade;
3. Robôs são baseados em estatística;
4. Necessita de pouco tempo por parte do investidor humano após o robô estar operacional.

Como já discutido no capítulo 2, por causa de nossos vieses cognitivos, nós humanos não conseguimos analisar o mercado e um ativo da mesma forma que um robô, que consegue realizar este processo de maneira totalmente racional, eliminando as emoções e por consequência os erros humanos ocasionados pelos vieses cognitivos e não dando margem à subjetividade (WAHID, 2013)¹.

Outra grande vantagem desta análise por parte dos robôs é que eles conseguem analisar uma grande quantidade de informações em pouco espaço de tempo, o que segundo Wahid (2013) poupa em torno de 80% do trabalho que seria feito de forma manual pelos investidores humanos, propiciando mais tempo livre e mais liberdade para eles, além de eliminar também neste processo possíveis erros que poderiam ser cometidos devido à complexidade e extensão do trabalho de análise necessário.

¹ O autor Wahid (2013) também cita um artigo web de Johnson, M. (2011) intitulado "The Benefits and Drawbacks of Forex Expert Advisor", porém o link de acesso em 13/06/2020 não funciona mais (<http://voices.yahoo.com/the-benefitsdrawbacks-forex-expert-advisor-8637835.html>)

3.2.6.2 Desvantagens

Analisaremos agora algumas desvantagens que precisam ser levadas em consideração no uso de robôs investidores. Stockhus (2011) levantou 3 desvantagens:

1. Necessidade de boas habilidades de programação;
2. Necessidade de dados históricos do ativo precisos;
3. Necessidade de análise;

Além dessas desvantagens por ele elencadas, sugerimos ainda outras 2 desvantagens:

4. Falhas mecânicas;
5. Momentos de crash não esperados;

Como já exposto anteriormente, fazer um robô investidor não é tarefa simples pois exige uma capacidade excepcional de análise do mercado, em busca da descoberta de padrões e situações que se repitam e possam ser quantificadas e traduzidas em passos predeterminados, criando-se assim um algoritmo. Após esse passo, é necessário ainda uma boa habilidade de programação, o que exige alguma curva de aprendizado e tempo programando para se ganhar experiência. Superada mais essa dificuldade, para que o investidor humano possa testar seu robô são necessários ainda históricos precisos do passado do ativo em questão.

Com essas três dificuldades superadas, as bases para confecção de um robô investidor estão prontas, porém ainda existem riscos a serem enfrentados, como por exemplo as falhas mecânicas que podem ocasionar o não funcionamento correto do robô. Tais falhas ocorrem quando algum dispositivo eletrônico envolvido no processo não funciona corretamente, podendo ser o próprio computador do investidor, o servidor da corretora ou até mesmo uma simples queda de conexão à internet, entre outros.

Por último, mas não menos importante, existem momentos raros de problemas sistêmicos que acabam por ocasionar os chamados crashes da bolsa de valores, que são quedas drásticas em curtíssimo espaço de tempo, podendo ser ocasionadas por vários motivos, sendo o principal problemas graves na economia de um país. Nestes momentos de crashes, se o robô não tiver sido programado para identificá-los, seu comportamento acabará sendo errático e não previsível, levando à grandes prejuízos.

3.3 Importância dos robôs para os investidores

Neste ponto do trabalho, já conceituamos os problemas dos vieses cognitivos humanos na escolha de ações, apresentamos os conceitos dos robôs investidores, suas vantagens e desvantagens e portanto podemos justificar a importância dos robôs para os investidores devido principalmente à eliminação dos erros humanos no processo de análise e escolha de uma ação, sem nenhuma subjetividade, em um processo totalmente racional, a velocidade e precisão com que os robôs conseguem analisar um grande número de informações, poupando tempo para os investidores, tendo que ser observado somente os principais problemas com possíveis falhas mecânicas e crashes.

Porém, precisamos ainda responder à questão principal do trabalho, pois apesar de na teoria os robôs possuem grandes vantagens e ajudarem os investidores a tomarem melhores decisões, eliminando os vieses cognitivos humanos, qual seria o retorno alcançado utilizando apenas o robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor, ou seja, tendo uma base de decisão na escolha das ações estritamente racional, em comparação ao retorno da Bovespa no mesmo período?

Para responder esta pergunta, primeiro precisamos ter alguma métrica para usar como balizador neste estudo, e é isto que faremos a seguir, apresentando e conceituando o índice Bovespa.

4 ÍNDICE BOVESPA

“Um investimento em conhecimento paga o melhor juros.”

Benjamin Franklin

Como visto no final do capítulo anterior, precisamos de uma métrica para balizar os resultados do sistema proposto por este trabalho, para tanto se faz necessário apresentar e conceituar o índice Bovespa, bem como sua metodologia de cálculo, uma análise compreendendo o histórico dos últimos 20 anos de forma a extrair uma média anual de crescimento do período e por último a média de crescimento do Ibovespa no período em que o robô de aconselhamento proposto por este trabalho já estava funcionando.

4.1 Índice Bovespa

Segundo Ramos et al. (2007) o índice de uma bolsa de valores é “um valor que mede o desempenho médio dos preços de uma suposta carteira de ações, refletindo o comportamento do mercado em determinado intervalo de tempo”. Como será apresentado mais à frente neste capítulo, seguindo a metodologia de cálculo, esta carteira teórica de ações, que nada mais é do que um conjunto de ações que seriam teoricamente comprados e mantidos por um investidor, é revista a cada quatro meses no Brasil para formar o índice Bovespa ou Ibovespa, que serve como referência para avaliar o desempenho de outras carteiras, geridas por grandes fundos e bancos, por exemplo, mas também para balizar o desempenho de ações individualmente.

Por ser composto pelas ações das maiores e mais importantes empresas listadas na bolsa de valores brasileira, o índice Bovespa é a métrica mais importante para medir o desempenho médio das ações no mercado financeiro brasileiro, além disso, também representa importante papel na avaliação macroeconômica do país, pois através dele é possível medir o desempenho geral médio da economia (RAMOS et al., 2007).

4.2 Metodologia de cálculo do índice Bovespa

Como dito na seção anterior, o índice Bovespa é calculado através de uma carteira teórica de ações. Apresentaremos agora a metodologia da formação desta carteira e os cálculos a partir dela para se chegar no Ibovespa.

4.2.1 Crêterios para participação de a  o na carteira teórica do Ibovespa

Antes de elencarmos os cr terios para uma ação entrar no  ndice Bovespa, precisamos entender um conceito fundamental chamado de  ndice de Negociabilidade (IN), que é calculado individualmente para cada a  o e, segundo o Manual de Definições e Procedimentos dos índices da BMF & BOVESPA (BM&FBOVESPA, 2014), pode ser encontrado utilizando a seguinte fórmula:

$$IN = \frac{\sum_{i=1}^P \sqrt[3]{\frac{na}{N} \times \left(\frac{va}{V}\right)^2}}{P} \quad (1)$$

Onde:

- IN =  ndice de negociabilidade;
- na = número de negócios com o ativo a no mercado a vista (lote-padrão);
- N = número total de negócios no mercado a vista da BMF & BOVESPA (lote-padrão);
- va = volume financeiro gerado pelos negócios com o ativo a no mercado a vista (lote-padrão);
- V = volume financeiro total do mercado a vista da BMF & BOVESPA (lote-padrão);
- P = número total de pregões no período.

Tendo conceituado o  ndice de Negociabilidade, podemos prosseguir com os cr terios para uma ação fazer parte do Ibovespa, onde segundo o Manual de Metodologia do  ndice Bovespa (BM&FBOVESPA, 2015), para uma ação fazer parte do Ibovespa deve atender cumulativamente os seguintes cr terios:

- Estar entre os ativos elegíveis que, no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores, em ordem decrescente de  ndice de Negociabilidade (IN), representem em conjunto 85% (oitenta e cinco por cento) do somatório total desses indicadores;
- Ter presença em pregão de 95% (noventa e cinco por cento) no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores;
- Ter participação em termos de volume financeiro maior ou igual a 0,1% (zero vírgula um por cento), no mercado a vista (lote-padrão), no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores;
- Não ser classificado como “Penny Stock” (ver Manual de Definições e Procedimentos dos índices da BMFBOVESPA);

(BM&FBOVESPA, 2015)

Segundo o Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da BMF & BOVESPA (BM&FBOVESPA, 2014), a definição de "Penny Stock" é "Ativos cuja cotação seja inferior a R\$1,00."

Ou seja, interpretando as exigências, para uma ação fazer parte da carteira teórica que forma o índice Bovespa, é necessário que ela faça parte da lista de ações que tendo seus IN somados representem 85% do valor acumulado de todos os IN individuais no período das últimas 3 carteiras, ou seja, nos últimos 12 meses, além disso, a ação precisa ter sido negociada em pelo menos 95% dos dias de negociação nos últimos 12 meses, é necessário ainda que tenha volume de negócios individual igual ou maior do que 0,1% do total de volume no mesmo período dos últimos 12 meses, e por último, a ação não pode ser considerada uma "penny stock", que são ações com valor inferior à R\$1,00.

4.2.2 CrITÉRIOS para exclusão de ação na carteira teórica do Ibovespa

Ainda segundo o Manual de Metodologia do Índice Bovespa (BM&FBOVESPA, 2015), uma ação será excluída do Ibovespa se:

- deixarem de atender a dois dos critérios de inclusão acima indicados;
- estiverem entre os ativos que, em ordem decrescente de IN, estejam classificados acima dos 90% (noventa por cento) do total no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores;
- sejam classificados como "Penny Stock" (ver Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da BMFBOVESPA); ou
- durante a vigência da carteira passem a ser listados em situação especial (ver Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da BMFBOVESPA). Serão excluídos ao final de seu primeiro dia de negociação nesse enquadramento.

(BM&FBOVESPA, 2015)

Segundo o Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da BMFBOVESPA (BM&FBOVESPA, 2014), a definição de empresas listadas em situação especial é:

Se um ativo pertencente ao índice passar a ser negociado em situação especial (recuperação judicial ou extrajudicial, regime especial de administração temporária, intervenção ou qualquer outra hipótese definida pela Bolsa), ele será retirado do índice ao final do primeiro dia de negociação nesta condição.

Companhias que estiverem em situação especial ou que estiverem sujeitas a prolongado período de suspensão de negociação não serão elegíveis para os índices. Caso essas companhias passem a não mais estar nessas situações especiais, seu histórico de negociação, para efeito do atendimento de todos os critérios de inclusão nas carteiras, começará a ser contado a partir da data em que a BMFBOVESPA considerar que a companhia efetivamente tenha deixado sua situação especial. (BM&FBOVESPA, 2014)

Podemos interpretar dos critérios de exclusão que para uma ação ser removida do Ibovespa basta somente que um dos critérios seja preenchido, seja ele deixar de atender

a dois critérios de inclusão, ficar de fora da lista de ações que tendo seus IN somados representem 90% do valor acumulado de todos os IN individuais no período das últimas 3 carteiras, ou seja, nos últimos 12 meses, ser classificado como "penny stock", ou durante a vigência da carteira enquadrar-se em alguma situação especial (recuperação judicial ou extrajudicial, regime especial de administração temporária, intervenção ou qualquer outra hipótese definida pela Bolsa).

4.2.3 Cálculo do índice Bovespa (Ibovespa)

Com a carteira teórica de ações que compõem o índice Bovespa definida, prosseguimos com o cálculo do Ibovespa em si, que segundo o Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da BMFBOVESPA (BM&FBOVESPA, 2014), é calculado a cada trinta segundos enquanto a bolsa de valores estiver aberta nos dias de negociação regulares, com base nos preços dos últimos negócios das ações que o compõem, através da fórmula:

$$\acute{I}ndiceBovespa_{(t)} = \frac{\text{Valor total da carteira}}{\text{Redutor}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i_t} \times Q_{i_t}}{\alpha} \quad (2)$$

Onde:

- Índice Bovespa_(t) = valor do índice no instante t;
- n = número total de ativos integrantes da carteira teórica do índice;
- P_{i_t} = último preço do ativo i no instante t;
- Q_{i_t} = quantidade do ativo i na carteira teórica no instante t;
- α = redutor utilizado para adequar o valor total da carteira ao valor de divulgação do índice.

Ou seja, como define Ramos et al. (2007) "o Índice Bovespa é o somatório dos pesos (quantidade teórica da ação multiplicada pelo seu último preço) das ações integrantes de sua carteira teórica."

Sendo de responsabilidade atualmente da empresa B3 (Brasil, Bolsa, Balcão, que surgiu após a fusão da antiga BMFBOVESPA com a Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos - CETIP - em 2017), este índice é calculado diariamente (nos dias de negociação regulares) a cada trinta segundos e amplamente divulgado de maneira online, sendo um processo transparente e de fácil acesso para qualquer pessoa no Brasil e no mundo.

4.3 Análise do Índice Bovespa

Apresentaremos a seguir, com o auxílio de tabelas, o histórico dos últimos vinte anos do índice Bovespa, sua taxa anual de crescimento comparado ao ano anterior, a média anual de crescimento nesse período e por último, a média de crescimento do Ibovespa no período em que o robô de aconselhamento proposto por este trabalho já estava funcionando.

4.3.1 Histórico dos últimos 20 anos

Histórico dos últimos 20 anos do Índice Bovespa		
Ano	Valor	Crescimento relativo ao ano anterior
1999	17.091,60	
2000	15.259,29	-10,72%
2001	13.577,57	-11,02%
2002	11.268,40	-17,01%
2003	22.236,30	97,33%
2004	26.196,25	17,81%
2005	33.455,94	35,35%
2006	44.473,71	32,93%
2007	63.886,10	43,65%
2008	37.550,31	-41,22%
2009	68.588,41	82,66%
2010	69.304,81	1,04%
2011	56.754,08	-18,11%
2012	60.952,08	7,40%
2013	51.507,16	-15,50%
2014	50.007,41	-2,91%
2015	43.349,96	-13,31%
2016	60.227,28	38,93%
2017	76.402,08	26,86%
2018	87.887,27	15,03%
2019	115.645,34	31,58%

Tabela 1 - Histórico dos últimos 20 anos do Índice Bovespa

4.3.2 Média anual de crescimento nos últimos 20 anos

Como forma de termos uma métrica comparativa de crescimento anual do Ibovespa, calcularemos a média anual de crescimento baseada nos últimos vinte anos utilizando a fórmula:

$$\text{Média Anual de Crescimento do Bovespa} = \left[\left(\frac{F}{I} \right)^{\frac{1}{y-1}} - 1 \right] \times 100 \quad (3)$$

Onde:

- F = Valor final do índice;
- I = Valor inicial do índice;
- y = Intervalo de tempo em anos;

Calculando para o período de 1999 até 2019 teremos:

$$\text{Média Anual de Crescimento do Bovespa} = \left[\left(\frac{115.654,34}{17.091,60} \right)^{\frac{1}{19}} - 1 \right] \times 100 \quad (4)$$

$$\left[\left(\frac{115.654,34}{17.091,60} \right)^{\frac{1}{19}} - 1 \right] \times 100 = 10,59\% \quad (5)$$

Portanto, o crescimento médio do Índice Bovespa no período dos últimos 20 anos foi de 10,59% ao ano.

4.3.3 Histórico de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020

Agora que já possuímos os dados anuais e a média de crescimento ano a ano do Ibovespa nos últimos 20 anos, precisamos analisar o crescimento dele no período em que o robô começou a funcionar e até a conclusão deste trabalho, de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020. Vejamos primeiramente então, com o auxílio de uma tabela, o histórico do Ibovespa neste período:

Histórico do Índice Bovespa de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020			
Dia	Mês	Valor	Crescimento relativo ao mês anterior
17	Fevereiro	114.381	-
17	Março	74.617	-34,76%
17	Abril	78.990	5,86%
18	Maio	81.194	2,79%
17	Junho	95.547	17,68%
17	Julho	102.888	7,68%
17	Agosto	99.595	-3,20%
17	Setembro	100.098	0,5%
19	Outubro	98.658	-1,44%
20	Novembro	106.043	7,49%

Tabela 2 - Histórico do Índice Bovespa de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020

4.3.4 Média mensal de crescimento de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020

Uma métrica importante para podermos comparar ao crescimento do robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor no mesmo período, e dessa forma chegarmos à uma conclusão sobre seu desempenho, é a média mensal de crescimento de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020 do Ibovespa, que será calculada utilizando a mesma fórmula da Média Anual de Crescimento do Bovespa, da subseção 4.3.2:

$$\text{Média Mensal de Crescimento do Bovespa} = \left[\left(\frac{106.043}{114.381} \right)^{\frac{1}{9-1}} - 1 \right] \times 100 \quad (6)$$

$$\left[\left(0,9271 \right)^{\frac{1}{8}} - 1 \right] \times 100 = -0,9417\% \quad (7)$$

Portanto, nos últimos 9 meses, no período de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020, o Ibovespa encolheu -0,9417% ao mês.

4.3.5 Variação total do Ibovespa de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020

A última métrica que precisamos para podermos comparar ao crescimento do robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor no mesmo período, e dessa forma chegarmos

à uma conclusão sobre seu desempenho, é a variação total do Ibovespa de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020, o qual pode-se extrair da seguinte fórmula:

$$\text{Variação total do Bovespa} = \left[\left(\frac{106.043}{114.381} \right) - 1 \right] \times 100 \quad (8)$$

$$\left[\left(\frac{106.043}{114.381} \right) - 1 \right] \times 100 = -7,2897\% \quad (9)$$

Portanto, nesse período, o Ibovespa encolheu -7,2897% ao todo.

De posse dos valores anuais, da média de crescimento anual, da média mensal de crescimento de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020 do Ibovespa e da variação total do Ibovespa no mesmo período, poderemos então prosseguirmos com apreciação dos resultados do robô de aconselhamento proposto por este trabalho, de forma a analisar se seu desempenho foi superior ou inferior ao retorno médio do mercado neste período (Ibovespa), respondendo à questão principal do trabalho para descobrirmos qual seria o retorno alcançado utilizando apenas o robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor em comparação ao retorno da Bovespa no mesmo período.

Para tanto, porém, primeiro precisamos apresentar este robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor, que é exatamente o que faremos no próximo capítulo.

5 SISTEMA PROPOSTO

Compre ações em alta e venda ações em queda.

Jesse Livermore

Neste capítulo conceituamos as análises fundamentalista e técnica, os fundamentos de trend following e posteriormente apresentamos o sistema proprietário desenvolvido pelo autor, introduzindo sua ideia principal, método de funcionamento e desafios enfrentados em seu desenvolvimento.

5.1 Análise Técnica x Análise Fundamentalista

Existem atualmente dois tipos de análises distintas na forma de observar e operar o mercado, isto é, duas formas de se analisar o mercado antes de comprar ou vender ações. A primeira se chama Análise Fundamentalista e se baseia em analisar fatores externos às bolsas de valores, tais como os balancetes das empresas, os climas e fenômenos naturais ao redor do mundo, políticas de governo, eventos econômicos, entre outros. Os analistas que seguem esta vertente acreditam que conseguem prever movimentos nos preços das ações antes que eles cheguem efetivamente às bolsas ao monitorar estes fundamentos que determinam a oferta e a demanda (COVEL, 2004).

A segunda vertente se chama Análise Técnica, e seus analistas analisam o mercado acreditando que todos preços das ações nas bolsas já refletem todos os fatores conhecidos que influenciam a oferta e a demanda de determinada empresa, em total contraponto à Análise Fundamentalista (COVEL, 2004). Nesta forma de analisar o mercado, os analistas geralmente utilizam gráficos das ações buscando por padrões no passado que possam prever os preços no futuro, muitas vezes utilizando indicadores, que veremos o que são a seguir (LEMO; CARDOSO, 2010).

5.1.1 Indicadores

Segundo Lemos e Cardoso (2010) indicadores são:

Indicadores são cálculos baseados em preço e volume que tentam medir fluxo de dinheiro, tendências, volatilidade e momento (timing). Indicadores são utilizados como uma segunda medida dos movimentos dos preços atuais e adicionam informação à análise de ativos. Os indicadores são utilizados, principalmente, para duas finalidades:

1. Confirmar o movimento dos preços e a qualidade dos padrões gráficos.

2. Fornecer sinais de compra e de venda. (LEMONS; CARDOSO, 2010)

Ou seja, indicadores são cálculos que utilizam fórmulas, complexas ou não, que conseguem transformar os preços dos ativos em outros números, ou métricas, que facilitam o entendimento da dinâmica do mercado para o analista. Através destes números ou métricas, os analistas buscam por padrões para tentar prever o futuro dos preços dos ativos.

Porém, dentro do próprio mercado a maioria dos especialistas acabou por desacreditar nessa forma de análise, sendo estas tentativas de adivinhar o futuro relegadas ao papel de pseudociência, pois o consenso existente é de que ganhos passados não garantem ganhos futuros (COVEL, 2004). E é exatamente aí que entra o chamado Trend Following, que veremos a seguir.

5.1.2 Trend Following

Dentro da vertente de Análise Técnica, existe uma subvertente chamada de Trend Following, que utiliza os gráficos e indicadores mas não tenta prever os preços futuros e sim reage aos movimentos do mercado, apenas fazendo o que se chama de "seguir os preços", segundo Covell (2004) os analistas que seguem a subvertente do Trend Following são chamados de seguidores de tendência e podem ser definidos como:

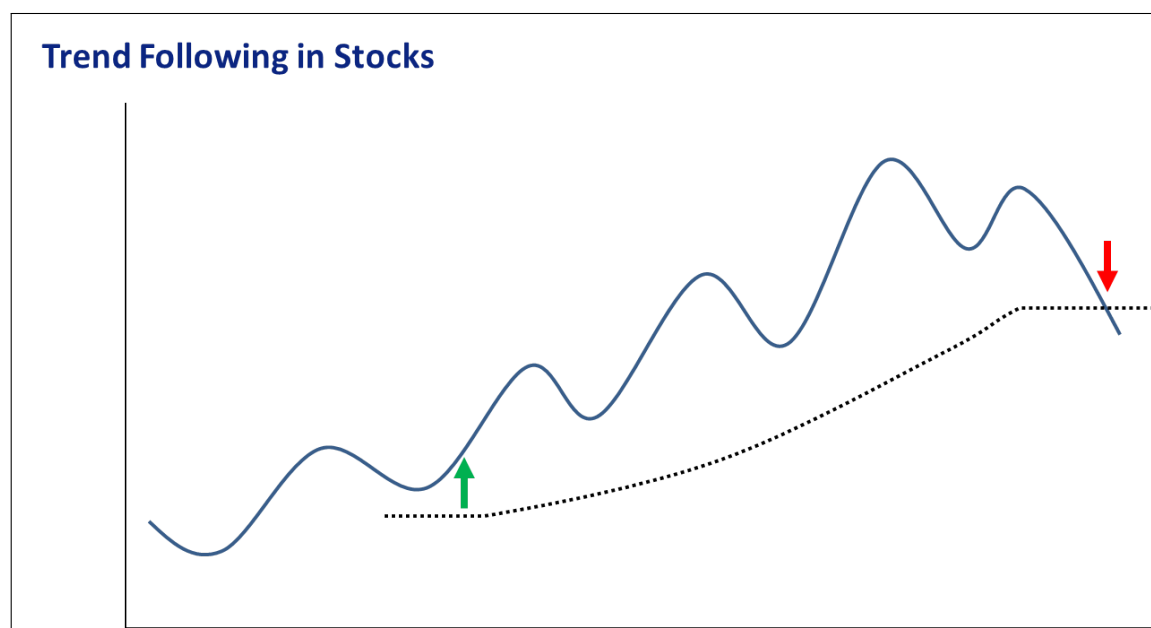
Os seguidores de tendências respondem ao que aconteceu, em vez de antecipar o que acontecerá. Eles se esforçam para manter suas estratégias baseadas em regras de negociação estatisticamente validadas. Isso permite que eles se concentrem no mercado e não se envolvam emocionalmente. (COVELL, 2004)

Apenas para esclarecer o que seria uma tendência, Elder (2018) as define como:

Uma tendência se manifesta quando os preços continuam subindo ou descendo ao longo do tempo. Nas tendências de alta, cada subida do mercado atinge um ponto mais alto do que a anterior e cada declínio pára em ponto mais alto do que o precedente. Nas tendências de baixa, cada declínio cai para ponto mais baixo do que o anterior e cada subida cessa em nível mais baixo do que o precedente. (ELDER, 2018)

Portanto, os seguidores de tendência são analistas que buscam comprar ou vender ações que estão em tendência de alta ou baixa e lucrar o máximo possível com elas enquanto essa tendência perdurar. Existe porém um aspecto negativo nesse tipo de estratégia que é definido por Covell (2004) como "no entanto, a análise de preços nunca permite que seguidores de tendência entrem na parte inferior exata de uma tendência ou saia no topo exato da tendência." A imagem a seguir (figura 1) ilustra melhor essa afirmação, quando após a tendência de alta já ter começado existe um certo atraso até

Figura 1 - Uma operação de Trend Following



Fonte: (REID, 2020)

efetivamente a compra ser realizada, o que ocorre na seta verde, e a venda da ação só ocorre após o topo da tendência mais alto (na seta vermelha), ou seja, a venda só acontece após a tendência já ter acabado.

Ou seja, é virtualmente impossível acertar o início ou final da tendência, mas não há problema nisso pois a essência dessa estratégia é justamente essa, "surfar" o máximo possível a tendência, extraindo o maior lucro possível. As principais vantagens dessa estratégia é que não é necessário operar todos os dias, somente aguardar pacientemente pelos momentos ideais para se realizar uma operação, além de não haver uma meta fixa de quanto se pode ganhar, uma vez que a operação só é encerrada após o fim da tendência, o que pode durar alguns dias ou até mesmo meses (COVEL, 2004).

Tendo Trend Following sido conceituado, voltamos ao problema dos vieses cognitivos, pois por mais que a estratégia de seguir a tendência seja boa, se for efetuada manualmente continua sujeita à falhas humanas devido aos vieses cognitivos, além de ser praticamente impossível analisar todas as ações da bolsa em um curto intervalo de tempo, portanto a solução é automatizar através de um programa de computador (robô) como argumenta também Covell (2004):

A negociação mecânica, usada pelos seguidores de tendência, é baseada em um conjunto objetivo e automatizado de regras. As regras são derivadas de sua visão ou filosofia de mercado. Os comerciantes seguem rigidamente essas regras de negociação (geralmente colocando em programas de computador) para entrar e sair do mercado. Um sistema de negociação mecânica facilita a vida trabalhando para eliminar as emoções das decisões de negociação e forçando você a seguir as regras.

Isso impõe disciplina. Se você violar suas próprias regras com um sistema de negociação mecânico, poderá falir. (COVEL, 2004)

Desta forma, eliminamos os fatores emocionais do processo decisório e deixamos toda a carga pesada da análise com o uso de indicadores e cálculos complexos com o robô, que consegue fazer isso de forma extremamente mais rápida e eficiente. Apresentaremos então a seguir o sistema proprietário desenvolvido pelo autor.

5.2 Apresentação do robô desenvolvido

Agora que já conceituamos análise técnica, indicadores, trend following e os motivos para a automação de uma estratégia através de um programa de computador, podemos começar a apresentar o robô desenvolvido pelo autor. Por se tratar de um sistema proprietário não abriremos detalhes do funcionamento tampouco do código fonte, porém o conceituaremos em linhas gerais.

5.2.1 Conceitos Fundamentais

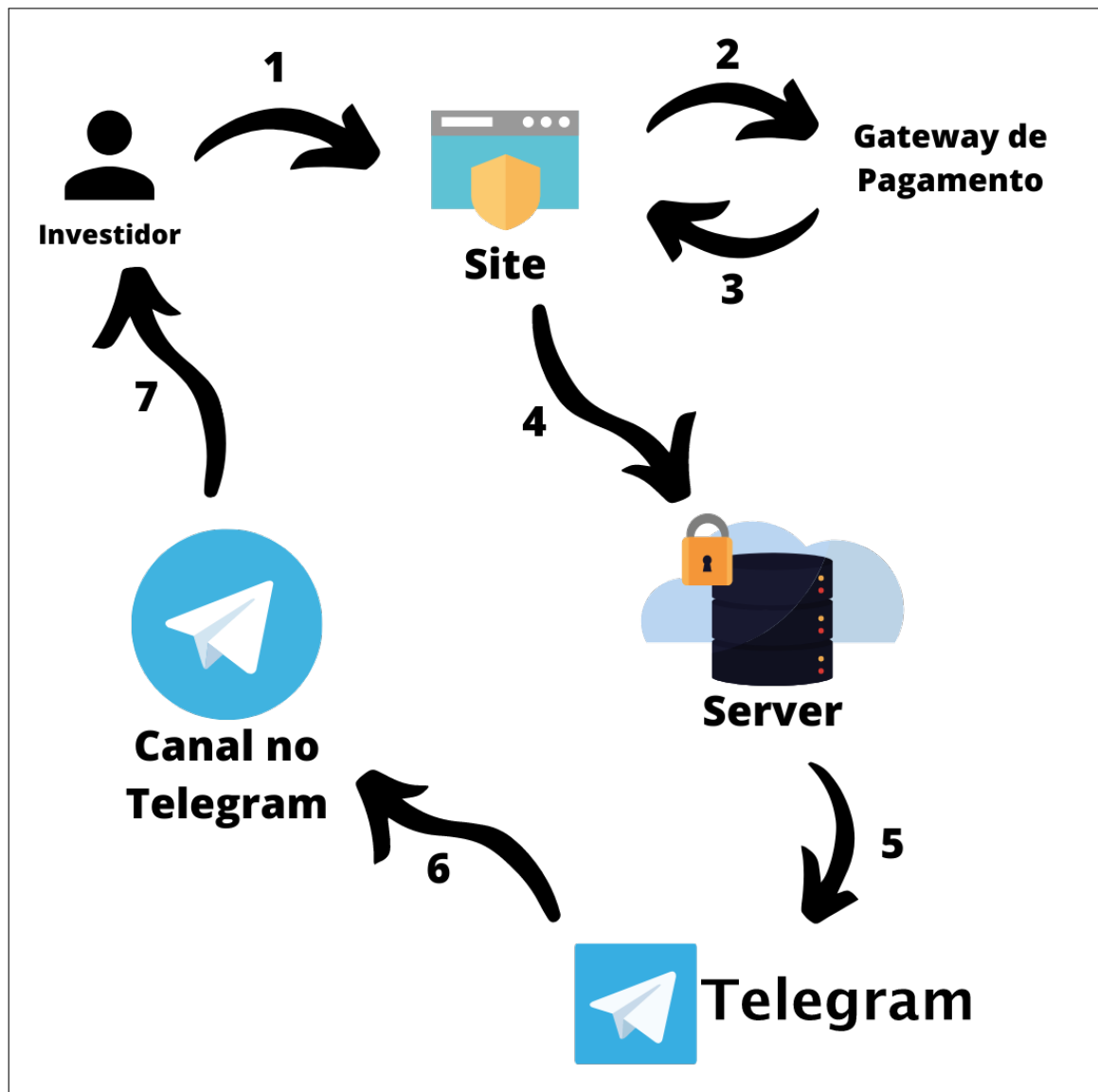
O robô de aconselhamento desenvolvido pelo autor é do tipo Trend Following, ou seja, utiliza indicadores da análise técnica para realizar cálculos complexos e reagir ao mercado, buscando extrair o máximo de lucro possível seguindo tendências. Este robô está em funcionamento na bolsa brasileira, B3 ou Bovespa, e faz a análise de aproximadamente 400 ações diferentes.

5.2.2 Como funciona

Este robô de aconselhamento funciona através do envio de mensagens, as quais damos o nome de recomendações, em um canal privado via aplicativo Telegram, cabendo aos investidores seguirem as recomendações, executando-as manualmente. Para fazer parte do canal o investidor acessa o site, se cadastra e assina um plano. Assim que o pagamento for confirmado, automaticamente, o investidor é adicionado ao canal do Telegram através do servidor de administração que funciona como suporte ao robô e da API do próprio Telegram. Quando uma assinatura é cancelada ou não paga, o processo de remoção é semelhante, automaticamente. O fluxo de cadastro de um novo investidor pode ser visto na Figura 2.

Toda segunda-feira de manhã, antes da abertura do mercado, o robô analisa aproximadamente 400 ações diferentes, rastreando através de análise técnica com o uso de

Figura 2 - Fluxo de cadastro de um novo investidor



indicadores quais as melhores oportunidades segundo a técnica de Trend Following, e envia para o canal do Telegram essas recomendações, automaticamente também.

Ao longo da semana, o robô também acompanha as recomendações, fazendo os ajustes necessários nas operações abertas ou desconsiderando as prováveis operações anteriormente identificadas. Mostraremos a seguir os tipos de recomendações existentes.

5.2.2.1 Tipos de Recomendações

Como dito anteriormente, o robô objeto deste estudo funciona através do envio de recomendações via canal privado no aplicativo Telegram. São 5 os tipos de recomendações possíveis, os quais detalharemos a seguir:

1. Possível Compra

Conforme pode ser visto na Figura 3, esta recomendação significa que o robô encontrou uma ação que obedece às regras determinadas através de indicadores e que sigam a estratégia de Trend Following, mas ainda não aconteceu a entrada efetiva. Ela é composta do código da ação (combinação de letras e números que representam a ação da empresa na bolsa de valores), do tipo da recomendação, que pode ser compra ou venda, do gatilho de compra, que é o preço que caso seja atingido a compra se efetiva, do nível de Stop Loss, que é o preço que caso seja atingido a operação será encerrada, como se fosse um seguro contra perdas, limitando o prejuízo e por último, do horário de envio daquela recomendação. Caso haja alguma mudança no cenário, ocorrerá outro tipo de recomendação, o aviso para desconsiderar a compra.

2. Desconsiderar a Compra

Conforme pode ser visto na Figura 4, esta recomendação significa que houve alguma mudança de cenário e uma ação que anteriormente era uma possível compra mas não foi efetivada, não é mais considerada como uma boa oportunidade pois não obedece mais à todas as regras do robô. Ela é composta apenas do código da ação e do horário de envio da recomendação.

3. Compra

Conforme pode ser visto na Figura 5, esta recomendação significa que uma ação que estava sendo analisada como possível compra teve o gatilho de compra atingido, existe então a efetivação da compra e este aviso é enviado. É neste momento que

Figura 3 - Recomendação no Canal do Telegram de
Possível Compra

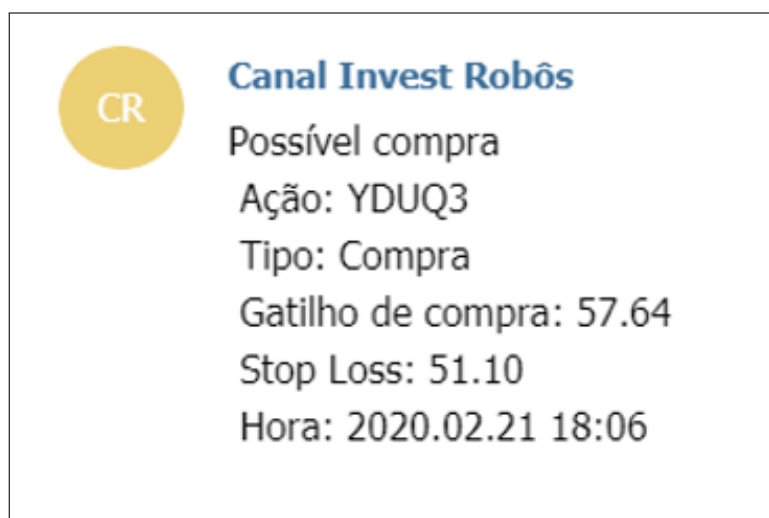


Figura 4 - Recomendação no Canal do Telegram de
Desconsiderar a Compra

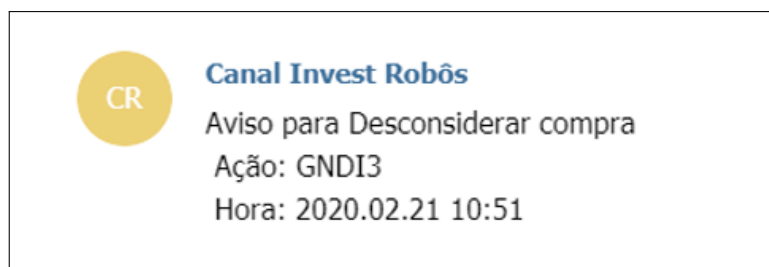
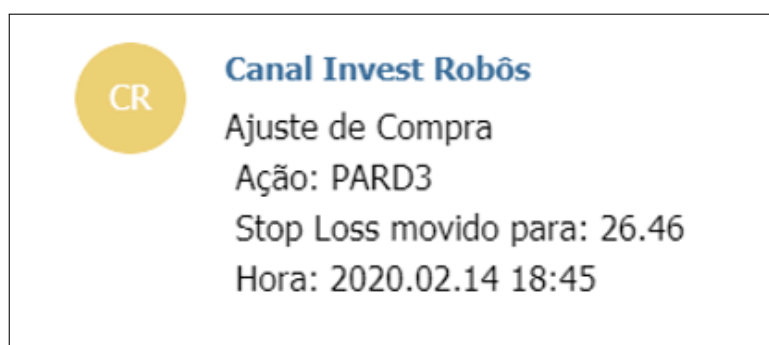


Figura 5 - Recomendação no Canal do Telegram de Compra



Figura 6 - Recomendação no Canal do Telegram de Ajuste de Compra



efetivamente uma ação é comprada. Esta recomendação é composta do código da ação, do preço de compra efetivo, do Stop Loss e do horário de envio da mesma.

4. Ajuste de Compra

Conforme pode ser visto na Figura 6, esta recomendação significa que uma ação que foi efetivamente comprada continua subindo e para "surfar" a tendência, conforme o que já foi conceituado anteriormente na subseção de Trend Following, nosso robô ajusta o Stop Loss para aumentar os lucros e nesse momento é enviada uma recomendação composta de código da ação, novo valor do Stop Loss e horário da mesma.

5. Venda

Conforme pode ser visto na Figura 7, esta recomendação significa que o Stop Loss de uma ação que está comprada é atingido, o robô encerra a posição e envia a notificação

Figura 7 - Recomendação no Canal do Telegram de Venda



de aviso de venda daquela ação, composta por código da ação, preço que a mesma foi comprada, preço de venda, variação de lucro ou prejuízo em porcentagem e horário da venda. Neste momento é efetivada a venda de uma ação anteriormente comprada.

5.2.2.2 Intervalo de tempo das recomendações

Como já dito anteriormente, o robô executa sua análise semanalmente às segundas-feiras, antes da abertura do mercado, a fim de encontrar oportunidades que sigam às regras estabelecidas, sempre obedecendo aos princípios do Trend Following. Porém, isto serve somente para novas recomendações de possíveis compras, pois o restante das recomendações são monitoradas em tempo real enquanto a bolsa de valores estiver aberta, e portanto, podem ocorrer a qualquer minuto em que uma ação se enquadre em alguma das regras pré-estabelecidas para o restante das recomendações, desde que durante o intervalo de tempo em que a Bovespa se encontre aberta e negociando os ativos.

5.2.2.3 Montagem do Portfólio

Neste momento inicial, a montagem do Portfólio, isto é, a seleção das ações que farão parte da carteira ou não do investidor, ainda cabe ao usuário do robô, onde ele escolhe seguir ou não as recomendações, comprando ou não determinada ação. É pretendida em uma futura atualização a inclusão da funcionalidade de seleção automática de Portfólio pelo robô.

5.2.2.4 Gerenciamento de Risco

Assim como na montagem do Portfólio, o gerenciamento de risco neste momento inicial também é de responsabilidade do investidor, que deve gerenciar seu capital e calcular o tamanho das compras que fará em cada ação selecionada. Sugerimos o risco de 0,5% por operação e um risco máximo de 6% no total da carteira, ou seja, a soma de todos os riscos em operações em aberto não pode exceder 6% do capital total. A fim de exemplificação demonstraremos como calcular a posição com um capital hipotético de R\$100.000,00 na ação ABEV3, que teve a recomendação de compra, conforme a Figura 5:

$$\text{Tamanho da posição} = \frac{0,5\% \times 100000}{\text{Preço de Compra} - \text{Stop Loss}} \quad (10)$$

$$\text{Tamanho da posição} = \frac{\left(\frac{0,5}{100}\right) \times 100000}{20 - 15} \quad (11)$$

$$\text{Tamanho da posição} = \frac{500}{5} \quad (12)$$

$$\text{Tamanho da posição} = 100 \quad (13)$$

Também é pretendida em uma futura atualização a inclusão da funcionalidade de gerenciamento de risco automático pelo robô.

5.2.3 Desafios tecnológicos na criação do Sistema Proposto

Os principais desafios na criação do sistema proposto pelo autor ocorreram no aprendizado de novas tecnologias, tais como a plataforma docker para criação da infraestrutura, bem como no aprendizado de geração de certificado ssl e configuração para renovação automática e na integração dos sistemas em si, pois temos a integração de um site em wordpress com um servidor em nodejs, com o robô em linguagem mql5 além da API do aplicativo Telegram, que só possuía uma biblioteca com manutenção ativa e boa documentação na linguagem python, onde foi necessário aprender também a rodar trechos de código python dentro do ambiente do servidor em nodejs.

6 RESULTADOS OBTIDOS

Não é se você está certo ou errado, mas quanto dinheiro você ganha quando está certo e quanto você perde quando está errado.

George Soros

Este capítulo apresenta a metodologia e os resultados do estudo prático.

6.1 Metodologia do estudo prático

Para o desenvolvimento deste estudo prático, foi utilizada uma conta do tipo demo com saldo inicial de R\$100 mil e foi alugado um servidor na nuvem para hospedar nosso robô, de forma a garantir sua execução 24 horas por dia, durante os sete dias da semana. Além desta vantagem, podemos citar também o menor tempo de latência, tempo de transmissão de um dado até o servidor (o servidor da B3 fica em São Paulo), como outra vantagem importante com relação à manter o robô funcionando localmente em um computador dentro de casa, como podemos observar na figura 8, o tempo de latência de um computador local na residência do autor é de 35,91ms versus o tempo de latência de apenas 1,40ms no servidor na nuvem alugado.

Foram analisadas 377 ações no período de 17 de fevereiro de 2020 a 20 de novembro de 2020, as quais listamos nas tabelas abaixo:

Figura 8 - Diferença na latência



Ações analisadas							
CTKA4	TELB3	MEND5	PSVM11	EEEL4	POSI3	SOND5	GPCP3
HBOR3	AFLT3	DMMO3	RPMG3	BNBR3	RDNI3	MEND6	BAUH4
EEEL3	CNTO3	CEBR6	TRIS3	ELET5	QUAL3	WLMM3	LPSB3
LOGN3	EALT3	WLMM4	EZTC3	SLED3	AMAR3	VVAR3	ESTR4
SULA3	MGLU3	BTOW3	EVEN3	BEEF3	ELEK3	SQIA3	RPAD6
DASA3	ALPA4	STBP3	LUXM4	OMGE3	ENEV3	ALPA3	BMEB4
WHRL3	TOTS3	PNVL4	RADL3	WEGE3	JSLG3	BMEB3	FRTA3
BRGE12	MRFG3	ELEK4	GRND3	DTCY3	WHRL4	BIOM3	SULA11
ECOR3	HAPV3	PATI4	BPAC11	BRGE3	LOGG3	BGIP3	BPAC5
CPLE3	FLRY3	PTNT4	PARD3	YDUQ3	BRIV3	UCAS3	ECPR3
TASA4	CRDE3	PNVL3	MILS3	SAPR4	CEBR5	SULA4	GNDI3
SCAR3	CEPE5	BTTL3	ROMI3	DTEX3	LIPR3	AZUL4	PEAB3
CEDO4	TELB4	PLAS3	PRIO3	COCE3	ENMT3	AALR3	RLOG3
BRFS3	CCRO3	FRIO3	CPLE6	PMAM3	CSAN3	SHUL4	BPAC3
MOVI3	GFSA3	GUAR3	JBSS3	OFSA3	SBSP3	TASA3	SAPR11
CLSC3	RAPT4	FHER3	BRML3	RAPT3	LAME3	VULC3	DIRR3
WIZS3	RANI4	GOLL4	RAIL3	TIMP3	CRIV3	CEEB3	RANI3
IVVB11	ARZZ3	GGBR3	SPXI11	GGBR4	KLBN4	ETER3	BRIV4
TIET3	RPAD5	SUZB3	EQTL3	CGAS5	RPAD3	CIEL3	RENT3
IGTA3	MGEL4	CRIV4	ANIM3	BBSE3	VIVT4	SGPS3	LCAM3
KEPL3	HAGA3	ADHM3	ALUP3	MULT3	EALT4	EMAE4	HBTS5
TAEE4	CESP5	ISUS11	PSSA3	COCE5	CPRE3	CGAS3	CESP3
NORD3	JHSF3	NAFG4	CCPR3	TXRX4	ENMT4	CYRE3	EUCA4
BAZA3	LAME4	BIDI4	B3SA3	PINE4	JPSA3	CARD3	SMAL11

Tabela 3 - Ações analisadas

Ações analisadas							
TEND3	LREN3	KLBN11	PETR4	BRPR3	GOAU4	EMAE4	HBTS5
DIVO11	MMXM11	TIET4	GOVE11	TIET11	CESP6	AGRO3	MTSA4
TGMA3	BRAP3	BEES4	CAML3	SAIC11B	BPAN4	HYPE3	CTSA3
BOVV11	BOVA11	ENGI4	BRAP4	TAEE11	BRDT3	GOAU3	XBOV11
BRAX11	PETR3	CSMG3	NTCO3	GEPA3	LEVE3	PIBB11	GEPA4
BMIN4	HGTX3	ITSA4	TCSA3	MWET4	IGBR3	IRBR3	REDE3
VIVT3	BBSD11	MNPR3	APER3	POMO3	SMT03	ECOO11	PDGR3
ENAT3	LIGT3	CSRN3	CGRA3	OSXB3	MNDL3	FIND11	TRPL3
MRVE3	UGPA3	ALUP11	BEES3	MEAL3	MATB11	JOPA4	PFRM3
BRSR3	CGRA4	BGIP4	SANB3	ABCB4	TAEE3	USIM5	CSAB3
HAGA4	ALUP4	SEER3	TRPL4	ABEV3	CPFE3	ENGI11	ITUB3
EKTR4	VALE3	HOOT4	ITUB4	KLBN3	FESA3	ELET3	GSHP3
BMKS3	EGIE3	HETA4	ELET6	FRAS3	TESA3	TUPY3	ENBR3
SAPR3	POMO4	COGN3	BBDC3	RSID3	IDNT3	MYPK3	ODPV3
SLCE3	ATOM3	SANB11	UNIP3	CRPG3	DOHL4	ITSA3	RCSL4
UNIP5	CTSA4	CTNM4	CCXC3	EMBR3	UNIP6	USIM3	PTBL3
BBAS3	BSEV3	VLID3	BBDC4	TECN3	RCSL3	LIX3	CRPG5
PCAR4	BAHI3	USIM6	SANB4	CLSC4	CTNM3	LUPA3	CRPG6
IDVL4	BRSR5	SLED4	SHOW3	CMIG4	BOBR4	FESA4	TEKA4
BRSR6	MDIA3	ENGI3	BKBR3	CRFB3	TPIS3	CMIG3	OIBR4
JBDU3	CVCB3	CSNA3	MTIG4	AZEV4	MMXM3	VIVR3	PPLA11
BBRK3	BRKM3	CBEE3	SMLS3	INEP3	BRKM5	INEP4	LLIS3
OIBR3	JBDU4	AZEV3	BDLL4	IDVL3	AHEB3	JFEN3	LIQO3
RNEW11	RNEW3	RNEW4					

Tabela 4 - Ações analisadas

6.2 Apresentação e análise dos resultados obtidos

Apresentaremos agora os resultados obtidos pelo robô desenvolvido no âmbito deste trabalho e posteriormente analisaremos à luz dos acontecimentos político-sociais e comparativamente ao índice Ibovespa do período. Listaremos agora as operações realizadas, e também as operações que ainda se encontravam em aberto, ou seja, foram compradas pelo robô mas não tinham ainda sido vendidas quando do encerramento desta monografia, no dia 20 de novembro de 2020. Exibiremos também nas figuras 9 a 16 os momentos de entrada e saída (quando houver) das ações compradas, bem como sua evolução ao longo

do período analisado.

Operações realizadas						
Ação	Lote	Data Compra	Preço Compra	Data Venda	Preço Venda	Variação
BPAC11	100	08/07/2020	R\$83,70	21/09/2020	R\$73,65	-R\$1.005,00
CSAN3	100	21/07/2020	R\$83,71	21/09/2020	R\$72,93	-R\$1.078,00
VALE3	100	18/08/2020	R\$62,94	22/09/2020	R\$57,77	-R\$517,00
BIDI4	100	28/08/2020	R\$22,30	18/09/2020	R\$18,49	-R\$381,00
CAML3	300	08/07/2020	R\$11,46	11/11/2020	R\$11,19	-R\$81,00
LAME3	200	06/07/2020	R\$28,01	03/09/2020	R\$26,01	-R\$400,00

Tabela 5 - Operações realizadas

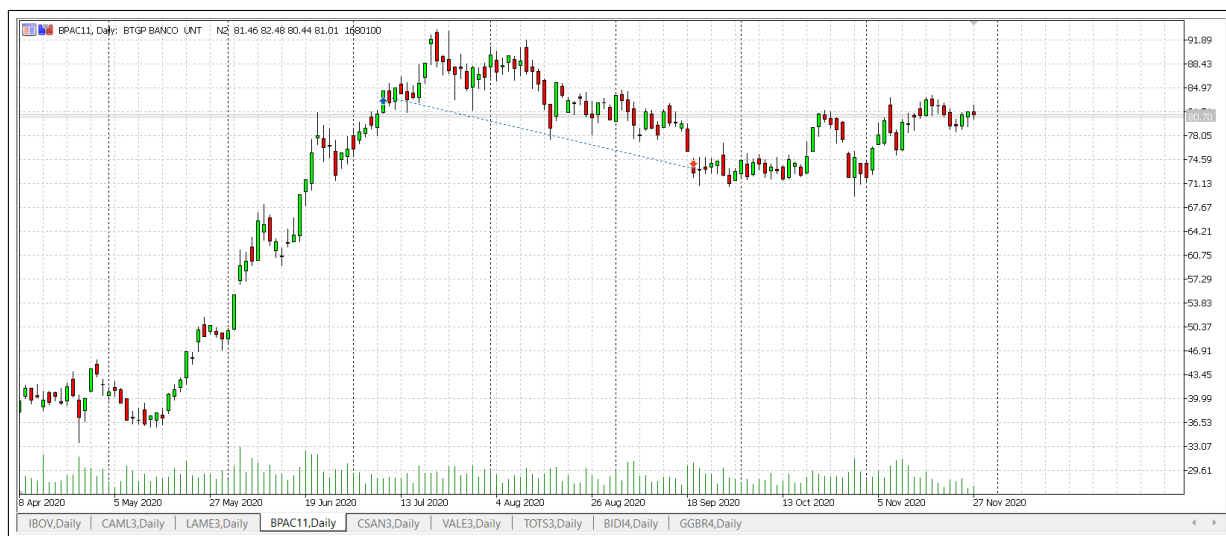
Operações em aberto					
Ação	Lote	Data Compra	Preço Compra	Preço Atual	Variação
TOTS3	100	06/08/2020	R\$27,85	R\$27,17	-R\$68,00
GGBR4	100	09/09/2020	R\$20,41	R\$21,41	R\$100,00

Tabela 6 - Operações em aberto

Podemos observar que o prejuízo total do robô no dia do fechamento deste trabalho, 20 de novembro de 2020, foi de R\$3.430,00, encerrando portando com R\$96.570,00 do saldo inicial de R\$100.000,00 na conta demo. Isso significa uma desvalorização de 3,43%. Fazendo uma comparação fria, ou seja, sem levar em consideração fatores externos, tais como eventos político-sociais, vimos que o Ibovespa nesse mesmo período desvalorizou 7,29% aproximadamente, fazendo com que o robô conseguisse um desempenho superior de aproximadamente 4,16%. Ou seja, apesar de ter encerrado no negativo, ainda assim, conseguir superar o desempenho do Ibovespa no período analisado.

Cabe ressaltar agora alguns fatores externos que são fundamentais para análise do contexto geral do desempenho do robô, pois no período analisado o mundo enfrentou uma pandemia do novo corona vírus, chamado de covid19, fazendo com que as bolsas e mercados em gerais mergulhassem em profunda depressão no final de fevereiro, início de março, e apesar disso, o robô manteve-se fora de qualquer operação devido a um mecanismo de proteção contra momentos de crash (quedas bruscas nas bolsas), o que depreende um excelente nível conservador de preservação do capital acima de qualquer lucro, tendo sido observada a primeira compra somente no dia 06 de julho, quando a bolsa brasileira já vinha subindo por mais de 50 dias, ainda não havia recuperado o patamar anterior à da pandemia, mas apresentava bons índices de recuperação.

Figura 9 - BPAC11 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda



Outro fator externo importante, apesar de já existir desde antes da pandemia, foi o governo federal brasileiro e suas graves crises políticas internas, que desta vez por ter demorado muito em responder à crise do novo corona vírus e por ter tomado papel negacionista e não ter efetivado nenhuma medida concreta para prevenção e combate ao novo covid19, ocasionou o aumento dos níveis de estresse e desespero da bolsa brasileira, além de desconfiança generalizada dos investidores e empresários, o que aumentou também os níveis de desemprego e afetou toda a cadeia produtiva, acentuando ainda mais a queda.

Por último, o robô também passou por uma eleição americana, com a derrota do presidente Donald Trump e eleição do Senador Joe Biden, e por sua natureza intrínseca de mudar os planos macro econômicos da maior potência econômica do mundo, naturalmente as eleições americanas impactam na bolsa brasileira.

Portanto, levando-se em consideração os resultados percentuais e a análise social, político e econômica, e estando todos os objetivos específicos desenvolvidos, é possível alcançar o objetivo geral, por consequência o problema foi respondido, de forma que o resultado do investimento utilizando-se apenas o robô conseguiu superar o desempenho do índice Ibovespa no mesmo período.

Figura 10 - CSAN3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda

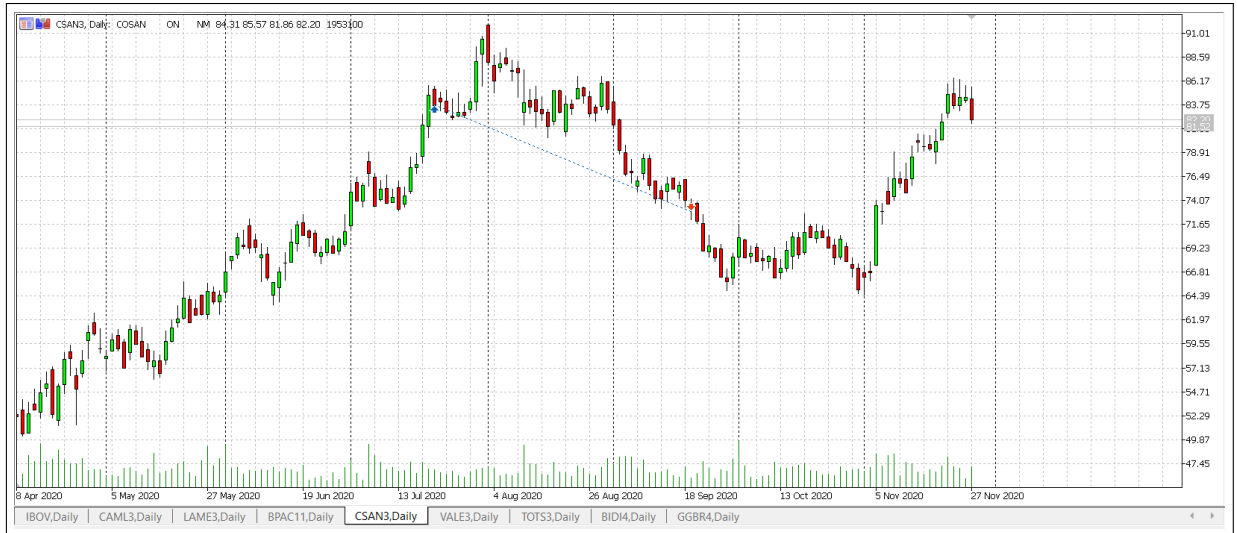


Figura 11 - VALE3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda



Figura 12 - BIDI4 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda

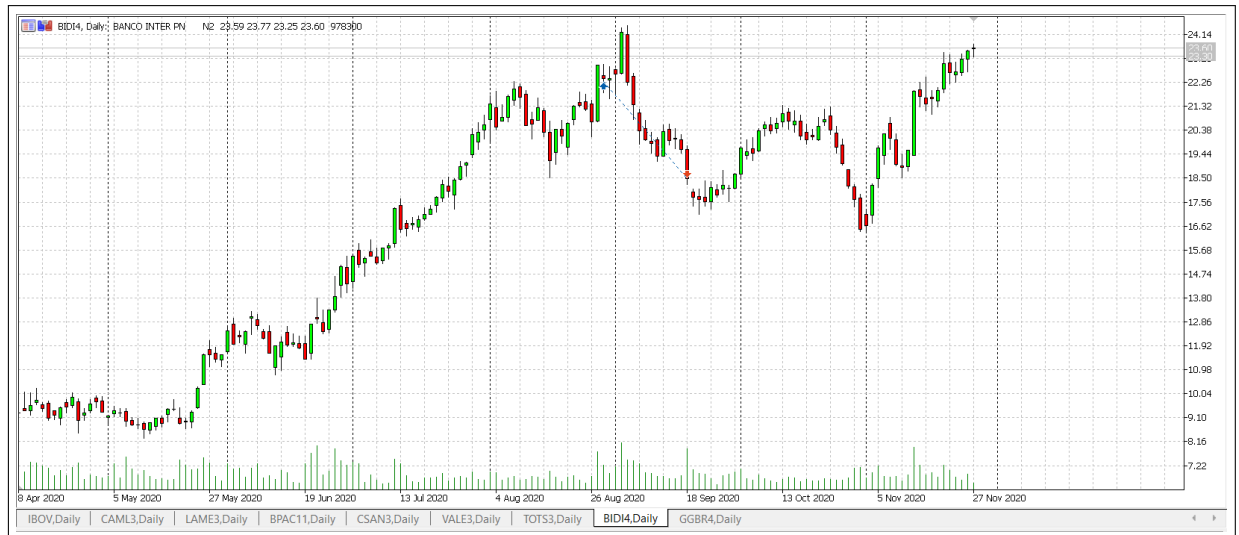


Figura 13 - CAML3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda



Figura 14 - LAME3 - Seta azul representa a compra, seta vermelha a venda



Figura 15 - TOTS3 - Seta azul representa a compra

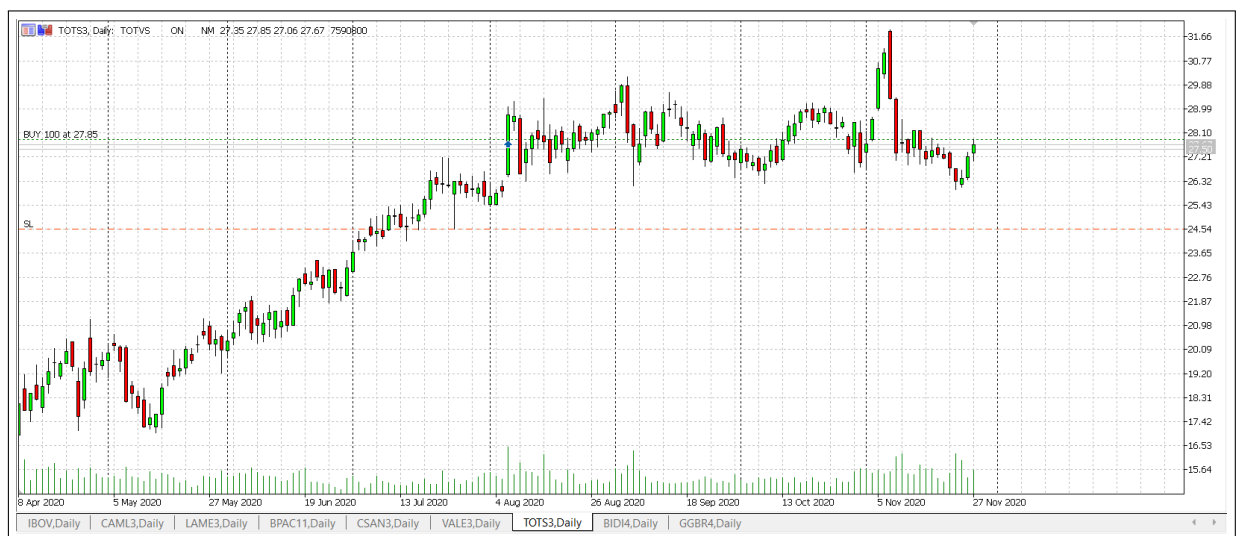


Figura 16 - GGBR4 - Seta azul representa a compra



7 CONCLUSÃO

Investir deveria ser mais como assistir a tinta secar ou a grama crescer. Se você quiser emoção, pegue \$800 e vá para Las Vegas.

Paul Samuelson

Este capítulo conclui este trabalho, reforçando as descobertas, sugerindo novos caminhos e apresentando a importância deste estudo prático.

7.1 Descobertas deste Estudo Prático

Os números apresentados no capítulo anterior, nos indicam que a maioria dos investidores, já que o índice bovespa é uma média de tudo o que acontece na bolsa brasileira, saiu deste período amargando perdas da ordem de 7,29%, enquanto aqueles que tivessem tomado suas decisões somente nos conselhos do robô de investimentos teriam saído no prejuízo de apenas 3,43%.

Desta forma, o desempenho de um investidor que utilizasse somente o robô desenvolvido neste trabalho para montar sua carteira de investimentos, teria sido 4,16% superior ao rendimento do índice bovespa no mesmo período, de 17 de fevereiro a 20 de novembro de 2020.

Logo no início da crise do novo corona vírus, após a queda substancial que ocorreu no fim de fevereiro e início de março de 2020, o robô permaneceu de fora dos mercados até o início de julho, realizando sua primeira operação de compra mais de quatro meses após o início da pandemia e derretimento geral das bolsas internacionais e brasileira.

Este comportamento não ocorreu a toa, fazendo parte de uma das principais regras estabelecidas para o robô: preservação do capital, antes do lucro. De forma que uma compra equivocada no início deste grave momento mundial, poderia ter levado a sérios prejuízos. Tampouco a primeira compra em 06 de julho foi ao acaso, aconteceu após o mercado já ter tido certa recuperação e continuar subindo, demonstrando apetite para se recuperar das perdas, e como nosso robô funciona seguindo os princípios do trend following, foi neste momento que ele resolveu começar a comprar, acreditando no início de uma tendência de alta novamente.

Apesar de ter sido este um momento extremamente instável devido à uma pandemia global de um novo vírus, ele evidencia as falhas humanas psicológicas, as armadilhas mentais do investidor, no processo de tomada de decisão. Momentos como este, ressaltam principalmente o sentimento de medo e aversão à perda de uma maneira maior e mais latente, tornando o processo de comprar ou não um ativo, dificilmente racional.

7.2 Importância deste trabalho

E é exatamente por ter sido este um momento tão difícil que a utilização de um robô investidor se mostrou benéfica para o investidor humano, pois sua análise é puramente estatística e matemática, para o robô, por exemplo, não existe pandemia de covid19, ou eleição americana, nem mesmo más escolhas de um governo ou outro no enfrentamento ao novo vírus, tudo o que ele enxerga são movimentos do mercado, momentos favoráveis e desfavoráveis de compra e venda.

Portanto, a utilização do robô investidor teve sua importância comprovada no processo de auxiliar a tomada de decisão de um investidor humano ao montar seu portfólio quando conseguiu em pouco mais de nove meses, passando por momentos e eventos externos extremamente difíceis e impactantes, superar o índice que mede o desempenho médio dos investidores na bolsa brasileira, o Ibovespa, deixando de lado todo e qualquer viés emocional, e operando puramente de maneira técnica.

7.3 Possíveis caminhos para continuação deste estudo

Quando abordamos no capítulo 3 o processo de desenvolvimento de um robô investidor, ficou subentendido que o robô apenas obedece às regras a ele impostas pelo seu criador, portanto o robô será tão bom quanto as regras que ele segue.

Apesar do robô operar sem nenhum viés emocional, ele intrinsecamente possui a limitação de seguir o pensamento, ou as regras, de seu criador, que é um ser humano, portanto, em última instância, o robô é um autômato que pode apresentar falhas devido ao seu processo de criação ter sido feito por um homem, que como já pontuamos anteriormente, tem medo, angústia, sono, entre outros sentimentos.

Devido à isto, propomos então como possível continuação deste estudo prático, a aplicação de técnicas de inteligência artificial, de forma a fazer com que o robô, apesar de ser inicializado por um humano, possa aprender e se auto-aperfeiçoar, tentando ao máximo se desvincular das limitações de sua criação, maximizando assim sua linha de análise puramente racional.

REFERÊNCIAS

- BARBERIS, N.; THALER, R. A survey of behavioral finance. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*, v. 1, p. 1053–1128, 2003. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w9222.pdf>.
- BAZERMAN, M. H.; MOORE, D. A. *Judgment in managerial decision making*. [S.l.]: New York: Wiley, 1994.
- BLACK, F. Toward a fully automated stock exchange, part i. *Financial Analysts Journal*, Taylor & Francis, v. 27, n. 4, p. 28–35, 1971.
- BM&FBOVESPA. *MANUAL DE DEFINIÇÕES E PROCEDIMENTOS DOS ÍNDICES DA BM&FBOVESPA*. 2014. Disponível em: <http://bvmf.bmfbovespa.com.br/indices/download/Manual-de-procedimentos-pt-br.pdf>. Acesso em: 21/06/2020.
- BM&FBOVESPA. *METODOLOGIA DO ÍNDICE BOVESPA*. 2015. Disponível em: <http://www.b3.com.br/data/files/1C/56/F7/D5/96E615107623A41592D828A8/IBOV-Metodologia-pt-br.pdf>. Acesso em: 21/06/2020.
- BRUMMER, C. Stock exchanges and the new markets for securities laws. *The University of Chicago Law Review*, JSTOR, v. 75, n. 4, p. 1435–1491, 2008.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. Moderna teoria de portfólios: É possível captar, na prática, os benefícios decorrentes de sua utilização? Resenha da Bm F, 1998.
- CHAGUE, F.; DE-LOSSO, B. G. R. et al. *Day trading for a living? Fernando*. [S.l.], 2019.
- COVEL, M. *Trend following: how great traders make millions in up or down markets*. [S.l.]: FT Press, 2004.
- CUSINATO, R. T. Teoria da decisão sob incerteza e a hipótese da utilidade esperada: conceitos analíticos e paradoxos. 2003.
- ELDER, A. *Como se transformar em um operador e investidor de sucesso*. [S.l.]: Alta Books Editora, 2018.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *The journal of finance*, Wiley Online Library, v. 51, n. 1, p. 55–84, 1996.
- FOUCAULT, T. Algorithmic trading: Issues and preliminary evidence. *Market Microstructure (Part I Economic Microstructure Theory)*, Wiley Online Library, 2012.
- FRIEDMAN, M.; SAVAGE, L. J. The utility analysis of choices involving risk. *Journal of political Economy*, v. 56, n. 4, 1948. Disponível em: <https://msuweb.montclair.edu/~lebelp/friedmansavutilriskjpe1948.pdf>.
- FURBUSH, D. Program trading. *The Concise Encyclopedia of Economics. The Library of Economics and Liberty*, 2002.

- HALFELD, M.; TORRES, F. d. F. L. Finanças comportamentais: a aplicações no contexto brasileiro. *Revista de administração de empresas*, SciELO Brasil, v. 41, n. 2, p. 64–71, 2001.
- INVESTE, V. *Número de pessoas físicas na B3 tem alta recorde e bate 2,24 milhões em março*. 2020. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/objetivo/hora-de-investir/noticia/2020/04/03/numero-de-pessoas-fisicas-na-b3-tem-alta-recorde-e-bate-224-milhoes-em-marco.ghtml>. Acesso em: 16/05/2020.
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, v. 47, n. 2, 1979. Disponível em: <http://hassler-j.iies.su.se/COURSES/NewPrefs/Papers/KahnemanTversky%20Ec%2079.pdf>.
- LEMOES, F.; CARDOSO, C. *Análise técnica clássica: com as mais recentes estratégias da expo trader Brasil*. [S.l.]: Editora Saraiva, 2010.
- LIN, T. C. The new investor. *UCLA L. Rev.*, HeinOnline, v. 60, p. 678, 2012.
- MALKIEL, B. G.; FAMA, E. F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The journal of Finance*, Wiley Online Library, v. 25, n. 2, p. 383–417, 1970.
- MARKOWITZ, H. Portfolio selection. *The Journal of Finance*, v. 7, n. 1, 1952.
- MCGOWAN, M. J. The rise of computerized high frequency trading: use and controversy. *Duke L. & Tech. Rev.*, HeinOnline, p. i, 2010.
- MILANEZ, D. Y. *Finanças comportamentais no Brasil*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2003.
- MONKS, R. A.; LAJOUX, A. R. *Corporate valuation for portfolio investment: Analyzing assets, earnings, cash flow, stock price, governance, and special situations*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2010. v. 132.
- MORGENSTERN, O.; NEUMANN, J. V. *Theory of games and economic behavior*. [S.l.]: Princeton university press, 1953.
- MOYER, L.; LAMBERT, E. *Wall Street's new masters*. *Forbes* (Sept. 21): 40–46. 2009.
- MUSSA, A. et al. Hipótese de mercados eficientes e finanças comportamentais: as discussões persistem. *FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão*, v. 11, n. 1, 2010.
- ODEAN, T. Do investors trade too much? *American economic review*, v. 89, n. 5, p. 1279–1298, 1999.
- RAMOS, A. L. et al. *Análise do efeito comportamental no índice bovespa: um estudo interdisciplinar*. Tese (Doutorado) — Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica-SP, São Paulo, 2007.
- REID, A. *Why Trend Following Stocks Is A Great Trading Strategy*. 2020. Disponível em: <https://www.enlightenedstocktrading.com/trend-following-stocks/>. Acesso em: 11/07/2020.

RESEARCH, S. *B3: investidores na bolsa chegam a 1,85 milhão e volume diário aumenta*. 2020. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/noticias/b3-investidores-na-bolsa-chegam-a-1-85-milhao/>. Acesso em: 16/05/2020.

RISK, O.; BERNOULLI, D. Exposition of a new theory on the measurement. *Econometrica*, v. 22, n. 1, p. 23–36, 1954.

SHARPE, W. F. A simplified model for portfolio analysis. *Management science, INFORMS*, v. 9, n. 2, p. 277–293, 1963.

SLOVIC, P.; LICHTENSTEIN, S. Comparison of bayesian and regression approaches to the study of information processing in judgment. *Organizational behavior and human performance*, Elsevier, v. 6, n. 6, p. 649–744, 1971.

STOCKHUS, S. Automated trading software for foreign exchange. Mikkelin ammattikorkeakoulu, 2011.

WAHID, M. S. Automated forex trading robot with fbh robot on metatrader 4 platform (expert advisor). Universiti Teknologi Petronas, 2013.

WEINSTEIN, N. D. Unrealistic optimism about future life events. *Journal of personality and social psychology*, American Psychological Association, v. 39, n. 5, p. 806, 1980.

YOSHINAGA, C. E. et al. Finanças comportamentais: uma introdução. *REGE Revista de Gestão*, v. 15, n. 3, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rege/article/download/36644/39365>.

ZANINI, F. A. M.; FIGUEIREDO, A. C. As teorias de carteira de markowitz e de sharpe: uma aplicação no mercado brasileiro de ações entre julho/95 e junho/2000. *Revista de Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)*, v. 6, n. 2, 2005.

GLOSSÁRIO

Ação

Cada uma das partes em que se considera dividido o capital de uma empresa; título ou documento de propriedade, negociável e transmissível, representativo de uma fração desse capital.

Algoritmo

Conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas.

Backtest

É um processo de testagem de modelos matemáticos, utilizando séries temporais, para prever o comportamento de sistemas dinâmicos. É usado em vários campos, tais como oceanografia, meteorologia e na indústria financeira

Conta demo

Conta fornecida pelas corretoras que possuem os dados reais da bolsa brasileira, porém o saldo em reais é fictício. Ou seja, as operações são feitas com dados reais, porém com dinheiro fictício.

Covid19

Doença infecciosa causada por um coronavírus recém-descoberto

Crash

Quedas drásticas em curtíssimo espaço de tempo, podendo ser ocasionadas por vários motivos, sendo o principal problemas graves na economia de um país.

Day trade

É uma modalidade de negociação utilizada em mercados financeiros, que tem por objetivo a obtenção de lucro com a oscilação de preço, ao longo do dia, de ativos financeiros, com operações sempre sendo abertas e fechadas dentro do mesmo dia. O especulador, profissional ou amador, de day trading é chamado de day trader

Hipótese dos Mercados Eficientes

Teoria de investimento que fundamenta que os preços do mercado sempre refletem todas as informações existentes.

Indicadores

São séries de valores derivados da aplicação de uma fórmula sobre a série de preços de uma ação.

Portfólio

É o conjunto de ações que compõem a carteira de investimentos de um investidor.

Robô de aconselhamento

Em geral, o mesmo que robô de investimento, mas pode representar também em senso mais estrito, o programa que apenas emite notificações para o investidor, sem realmente

efetivar as operações

Robô de investimento

Programa que executa um algoritmo pré-determinado realizando compras e vendas automaticamente em nome do investidor

Servidor na nuvem

Computador fisicamente remoto alugado e acessado pela internet para utilizar alguma aplicação de maneira contínua

Stop Loss

É uma ordem de venda disparada automaticamente quando as ações atingem o limite de perda pré-programado.

Tempo de latência

Medida de tempo que calcula a demora de um pacote de dados de ir de um dispositivo ou servidor até outro dispositivo ou computador.

Teoria da Perspectiva

Teoria da psicologia cognitiva que descreve o modo como as pessoas escolhem entre alternativas que envolvem risco, onde as probabilidades de resultados são incertas

Trend Following

É uma estratégia de negociação segundo a qual se deve comprar um ativo quando a tendência dos preços subir e vender quando a tendência cair, esperando que os movimentos dos preços continuem.

Viés cognitivo

Tendências que podem levar a desvios sistemáticos de lógica e a decisões irracionais, frequentemente estudadas em psicologia e economia comportamental.