



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

GILCIMAR PEREIRA DOS SANTOS

*TREND FOLLOWING* NO MERCADO BRASILEIRO:  
PROPOSTAS DE *TRADING SYSTEMS* SEGUIDORES DE  
TENDÊNCIAS EM ATIVOS NEGOCIADOS NA BM&FBOVESPA

FEIRA DE SANTANA

2018



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

GILCIMAR PEREIRA DOS SANTOS

***TREND FOLLOWING NO MERCADO BRASILEIRO:  
PROPOSTAS DE TRADING SYSTEMS SEGUIDORES DE  
TENDÊNCIAS EM ATIVOS NEGOCIADOS NA  
BM&FBOVESPA***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de  
Feira de Santana como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em Computação  
Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Rodrigues

FEIRA DE SANTANA

2018

## Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

S235t Santos, Gilcimar Pereira dos  
Trend following no mercado brasileiro: propostas de trading systems seguidores de tendências em ativos negociados na BM&FBOVESPA./ Gilcimar Pereira dos Santos . – 2018.  
156f.

Orientador: Carlos Alberto Rodrigues  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2018.

1.Sistema de negociação – Análise técnica. 2. Estratégias de negociação. 3. Indicadores técnicos. 4. Mercado de ações – Brasil.  
I. Rodrigues, Carlos Alberto, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 004.031.43:336.761

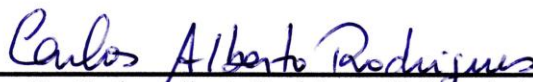
Gilcimar Pereira dos Santos

**TREND FOLLOWING NO MERCADO BRASILEIRO:  
PROPOSTAS DE TRADING SYSTEMS SEGUIDORES DE  
TENDÊNCIAS EM ATIVOS NEGOCIADOS NA  
BM&FBOVESPA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

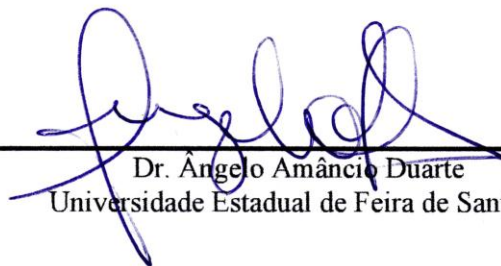
Feira de Santana, 15 de junho de 2018

**BANCA EXAMINADORA**



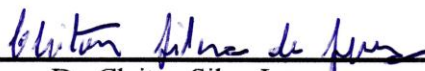
---

Dr. Carlos Alberto Rodrigues (Orientador)  
Universidade Estadual de Feira de Santana



---

Dr. Angelo Amâncio Duarte  
Universidade Estadual de Feira de Santana



---

Dr. Cleiton Silva Jesus  
Universidade Estadual de Feira de Santana

## **Abstract**

Trading systems based on trend following strategies are applied by many investors when negotiating in the variable income markets, in operations conducted in several asset classes worldwide. These systems play an important role in investor decision-making process, but still require further study. In this dissertation, four trend following trading systems are presented, whose performances have been demonstrated in order to evaluate their effectiveness in the Brazilian variable income market. Two of the four proposed systems were evaluated in the stock market and the other two were considered for the future contract market. For this purpose, a historical series of asset prices available for trade between January 1995 and December 2014 at the São Paulo Mercantile and Futures Exchange. Through simulations, the systems showed that if they were traded on the stock market and futures markets in Brazil, they would generate profitability, indicating the existence of several trends in the assets studied, obtaining a performance superior to strategy of buying and hold in the market Ibovespa index. This study contributes to the discussion on the effectiveness of trading systems based on the trend following investment philosophy.

**Keywords:** Trading Systems, Trend Following, Trading Strategies, Technical Indicators, Technical Analysis.

## Resumo

Sistemas de negociação baseados em estratégias fundamentadas no *trend following*, são utilizados por inúmeros investidores para negociarem nos mercados de renda variável, em operações nas mais variadas classes de ativos no mundo. Esses sistemas desempenham papel importante na tomada de decisão por parte de um investidor na realização de uma negociação, no entanto, ainda precisam de maiores estudos. Nesta dissertação, apresentamos quatro *trading systems* seguidores de tendências, os quais tiveram suas performances demonstradas na perspectiva de avaliar a eficácia desses *trading systems* no mercado de renda variável brasileiro. Dois dos quatro sistemas propostos, foram avaliados no mercado de ações e os outros dois foram considerados para operações no mercado de contratos futuros. Para tanto, foram consideradas séries históricas de preços de ativos disponíveis para negociação entre janeiro de 1995 à dezembro de 2014, na Bolsa de Valores Mercadorias e Futuros de São Paulo. Através de simulações, os sistemas demonstraram que caso fossem operados no mercado de ações e/ou de futuros do Brasil, gerariam lucros, indicando-se a existência de diversas tendências nos ativos estudados, obtendo-se performance superior à estratégia de comprar e manter no índice Ibovespa. O presente trabalho contribui na discussão a respeito da eficácia de sistemas de negociação baseados na filosofia de investimento do *trend following*.

**Palavras-chave:** Sistemas de Negociação, Acompanhamento de Tendências, Estratégias de Negociação, Indicadores Técnicos, Análise Técnica.

## **Agradecimentos**

A minha família pelo apoio que sempre me deu, a minha mãe Ivanete dos Santos e ao meu saudoso pai José Gabriel, se cheguei até aqui foi graças a vocês e a Deus por ter permitido em ser filho do melhor pai e mãe do mundo. Agradeço ao meu irmão Gilmar e irmãs Gisele e Gislene, por sempre torcerem por mim.

Ao meu orientador Carlos Rodrigues, agradeço pelo cuidado e profissionalismo. Obrigado aos professores Ângelo Duarte e Cleiton Jesus, que participaram da banca examinadora, pelas relevantes contribuições.

À Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, por oportunizar estudantes a desenvolver pesquisas e aperfeiçoamento profissional, bem como agradeço a Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

Meus agradecimentos a toda sociedade por financiar instituições públicas e de qualidade, como a UEFS e seus cursos de graduação e pós-graduação, não há dúvidas que sem o apoio da sociedade não seria possível para muitos alcançar um Diploma.

Não posso deixar de registrar a importância que os professores dos ensinos fundamental, médio e universitário, tiveram para o meu crescimento pessoal e profissional. Meu muito obrigado a todos que emitiram vibrações positivas e que de forma direta ou indiretamente, contribuíram por mais esta conquista.

Dedico este trabalho ao meu pai José Gabriel dos Santos Filho (em memória) e a minha mãe Ivanete Maria Pereira dos Santos, pelos cuidados, incentivos e amor.



# Sumário

<b>Abstract</b>	<b>i</b>
<b>Resumo</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>iii</b>
<b>Sumário</b>	<b>v</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>8</b>
1.1 Motivação	10
1.2 Justificativa	10
1.3 Objetivos da Pesquisa	11
1.4 Esboço da dissertação	12
<b>2 Fundamentação Teórica</b>	<b>13</b>
2.1 Mercado Financeiro	13
2.2 Bolsa de Valores	16
2.3 Finanças Computacionais	17
2.4 Tendências nos mercados de renda variável	21
2.5 Análise Técnica <i>versus</i> Análise Fundamentalista	24
2.6 Análise Técnica Reativa	25
2.7 Indicadores Técnicos	27
2.7.1 Médias Móveis	27
2.7.1.1 Média Móvel Simples	27
2.7.1.2 Média Móvel Exponencial	28
2.7.2 Médias Móveis de Convergência – Divergência	29
2.7.3 <i>Hilo– Activator</i>	31
2.7.4 Índice de Força Relativa	33
2.7.5 Volume	35
2.7.6 Média de Amplitude de Variação	35
2.8 Risco e Gestão do dinheiro	37
2.8.1 <i>Position size</i> com base no risco	39
2.9 Trabalhos relacionados	40

<b>3</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>46</b>
3.1	Delineamento da Pesquisa .....	46
3.2	População e Amostra .....	46
3.3	Materiais e procedimentos .....	48
3.4	<i>Trading systems</i> propostos.....	51
3.4.1	<i>Trading System I</i> .....	51
3.4.2	<i>Trading System II</i> .....	55
3.4.3	<i>Trading System III</i> .....	57
3.4.4	<i>Trading System IV</i> .....	59
<b>4</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>60</b>
4.1	Performance do <i>Trading System I</i> .....	61
4.1.1	Cenário I.....	61
4.1.2	Cenário II.....	66
4.1.3	Cenário III.....	69
4.1.4	Cenário IV .....	73
4.1.5	Cenário V.....	76
4.1.6	Discussão .....	79
4.2	Performance do <i>Trading System II</i> .....	80
4.2.1	Cenário I.....	80
4.2.2	Cenário II.....	85
4.2.3	Cenário III.....	88
4.2.4	Discussão .....	91
4.3	Performance do <i>Trading System III</i> .....	92
4.3.1	Cenário I.....	92
4.3.2	Cenário II.....	97
4.3.3	Cenário III.....	101
4.3.4	Cenário IV .....	104
4.3.5	Discussão .....	107
4.4	Performance do <i>Trading System IV</i> .....	109
4.4.1	Cenário I.....	109
4.4.2	Cenário II.....	113
4.4.3	Cenário III.....	117

4.4.4	Cenário IV .....	120
4.4.5	Discussão .....	123
4.5	Correlação entre os <i>trading systems</i> propostos .....	125
4.6	Operações simultâneas no mercado de ações e futuros .....	127
<b>5</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>136</b>
	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>138</b>
	<b>APÊNDICE A - GRANDES NOMES DO <i>TREND FOLLOWING</i> .....</b>	<b>143</b>
	<b>Glossário .....</b>	<b>153</b>

# Capítulo 1

## Introdução

Diversas técnicas de negociação são amplamente utilizadas por investidores que operam em mercados de renda variável em todo o mundo, com o objetivo de analisar o comportamento de preços dos ativos expostos para negociação nas bolsas de valores, como apontam, por exemplo, Tsang *et al.* (2004), Covel (2014), El-khodary, (2009), Ostgaard (2008), Teixeira *et al.* (2010), Tung *et al.* (2011), Schwager (2012), Faith (2007) e Clenow (2013).

Com a perspectiva de aumentar a rentabilidade nas suas operações de compra e venda, os operadores que negociam no mercado de renda variável utilizam-se das tecnologias computacionais para implementar suas estratégias e técnicas de investimento, tendo a sua disposição diversos mercados para diversificar suas operações.

Com o advento da tecnologia computacional foi possível uma melhor análise por parte dos operadores sobre seus investimentos no mercado, haja vista que os mesmos podem operar em diferentes mercados nas mais variadas classes de ativos, com uma melhor precisão, por meio de sistemas de negociação, como aponta Tsang *et al.* (2004).

Segundo Covel (2014), a utilização de sistemas como ferramentas para auxílio em negociações no mercado pode aperfeiçoar a rentabilidade sobre o capital aplicado, sobretudo quando os sistemas têm como base, técnicas fundamentadas na filosofia de investimento conhecida como *trend following* (acompanhamento de tendências).

O *trend following*, segundo Abraham (2013) e Covel (2014), é um conjunto de conceitos ou uma filosofia de investimento que consiste em desenvolver estratégias e métodos de negociação, na perspectiva de identificar tendências pré-estabelecidas, baseando-se nas movimentações dos preços dos ativos, com o objetivo de aproveitar ao máximo os movimentos altistas ou baixistas dos preços. Deste modo, o operador pode gerenciar de forma significativa suas posições compradas ou a venda a descoberto, focando na tendência percebida.

Estudos como os de Dai *et al.* (2010) e Hurst *et al.* (2013) mostram que apesar dos sistemas e métodos baseados em *trend following* serem utilizados pelos investidores de forma ampla, ainda há uma escassez de pesquisas que analisam as técnicas de operar baseados em seguir as tendências nos mercados de renda variável. Já Clare *et al.* (2015), considera que o *trend following* tem sido amplamente utilizado nos mercados de futuros durante muitas décadas.

Ao longo do tempo diversos operadores adquiriram fortunas (ver Apêndice A) utilizando-se da filosofia do *trend following*, a exemplo de Ed Seykota que conseguiu elevar uma conta de 5 mil dólares para 15 milhões de dólares em apenas doze anos, segundo Schwager (2012) e Covel (2014).

O britânico David Harding também obteve grande sucesso como operador no mercado de renda variável através do *trend following* e segundo a Forbes<sup>1</sup> em fevereiro de 2018 ele possuía uma fortuna estimada em 1,77 bilhões de dólares. Harding fundou a *Winton Capital Management*<sup>2</sup> administradora de fundos de *hedge*, tendo como capital inicial no ano de 1997 menos de 2 milhões de dólares e devido ao grande sucesso em suas operações baseadas em seguir tendências chegou a administrar mais de 30 bilhões de dólares de diversos clientes.

Além de David Harding e Ed Seykota, outros adeptos do *trend following* terão no presente estudo seus perfis descritos no Apêndice A, bem como as suas performances obtidas em suas operações no mercado de renda variável, a exemplo de, William Dunn, Jhon W. Henry, Keith Campbell, Richard Dennis, Richard Donchian, Barbara Dixon e Livermore.

Levando-se em consideração as evidências encontradas na literatura a respeito da eficácia de sistemas e estratégias de negociação baseadas em seguir tendências, e a exemplo de estudos realizados por Clare *et al.* (2015), Covel (2014), Abraham (2013), Szakmary *et al.* (2010), Faith (2007) e Wilcox *et al.* (2005), cujos resultados despertaram o interesse no desenvolvimento deste trabalho.

O presente estudo utilizou da filosofia de investimento do *trend following* para desenvolver *trading systems* (sistemas de negociação), com o objetivo de analisar a eficácia destes sistemas em relação à rentabilidade proporcionada em operações no mercado de renda variável do Brasil.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.forbes.com/profile/david-harding/>>. Acesso em: 28/02/2018.

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.wintoncapital.com/en/about-us>>. Acesso em: 10/06/2016.

Diante do exposto, o presente trabalho traz a atenção os resultados que sistemas de negociação baseados em *trend following* podem ter em relação a rentabilidade, frente ao risco nas operações realizadas nos mercados de ações e de contratos futuros, de ativos negociados no Brasil.

## 1.1 Motivação

Levando em consideração a escassez de trabalhos na literatura relacionados às técnicas de negociação baseadas na filosofia do *trend following* no mercado de renda variável brasileiro e considerando que sistemas baseados em métodos de seguir tendências são utilizados por parte significativa dos investidores que operam no mercado do Brasil, o presente estudo busca avaliar até que ponto os sistemas de negociação baseados na filosofia do *trend following* podem ser úteis na perspectiva da rentabilidade proporcionada no mercado nacional.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como problema norteador: *Trading systems* baseados em técnicas de investimento do *trend following* têm sido eficazes em operações em ativos do mercado de renda variável do Brasil?

## 1.2 Justificativa

Na perspectiva de analisar o comportamento de sistemas, técnicas e estratégias baseadas no *trend following* nas mais variadas classes de ativos como ações, *commodities*, fundos de índices, câmbio entre outros, foi feito um estudo da bibliografia relacionada ao *trend following*, a exemplo de trabalhos como o de Clare *et al.* (2015), Covell (2014), Hurst *et al.* (2013), Clenow (2013), Abraham (2013), Schwager (2012), Fong (2011), Szakmary *et al.* (2010), Ostgaard (2008), Faith (2007) e Wilcox *et al.* (2005).

Os trabalhos citados abordaram sistemas e estratégias de negociação fundamentados em metodologias baseadas no *trend following*, analisando a efetividade de técnicas seguidoras de tendências no que tange ao aumento da rentabilidade sobre o capital de investidores que negociam em mercados de renda variável.

Por meio dos estudos analisados encontrou-se diversos trabalhos que tratam do *trend following*, nas mais variadas classes de ativos em diferentes mercados do mundo, porém há uma escassez

na literatura de pesquisas que tratem deste tema no mercado do Brasil, e assim o aporte teórico ficou restrito a outros mercados.

No presente estudo, são propostos *trading systems* seguidores de tendências os quais são analisados em operações no mercado brasileiro, tendo como base séries históricas de preços de ativos disponíveis para negociação, entre janeiro de 1995 à dezembro de 2014, na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA).

O trabalho contribui na discussão a respeito da eficácia de sistemas de negociação baseados na filosofia de investimento do *trend following*, no que tange a rentabilidade proporcionada em operações de investidores que negociam no mercado nacional.

As ferramentas computacionais no presente estudo foram de grande relevância, haja vista a necessidade de desenvolver algoritmos para a aplicação de testes, simulações e otimizações das estratégias e métodos que foram determinados nos *trading systems* propostos no presente estudo.

### 1.3 Objetivos da Pesquisa

O objetivo geral do presente estudo é mostrar a eficácia de sistemas de negociação baseados em técnicas de investimento propostas pelo *trend following* em operações no mercado de renda variável do Brasil, no período correspondente entre o final de dezembro de 2004 à dezembro de 2014. Tem-se como objetivos específicos:

- Apresentar sistemas de negociação baseados na filosofia do *trend following* para operar em ativos do mercado de renda variável;
- Definir critérios para a escolha de ativos que farão parte de uma carteira hipotética;
- Analisar a rentabilidade dos sistemas desenvolvidos aplicados aos mercados de ações e de contratos futuros da BM&FBOVESPA;
- Descrever o gerenciamento de risco para os sistemas;
- Identificar se um sistema seguidor de tendências, operado no mercado de renda variável do Brasil, é rentável;
- Comparar as performances dos sistemas gerados pela a otimização e simulação, através da manutenção das carteiras compostas de diferentes ativos com base nas séries históricas diárias do período de janeiro de 1995 à dezembro de 2014;

- Comparar os retornos gerados pelos sistemas seguidores de tendências do mercado de ações, com a estratégia de *buy-and-hold* (comprar e manter) no índice IBOVESPA;
- Identificar a melhor estratégia de operações, se é *long* ou *long-short*, no caso dos sistemas testados no mercado de contratos futuros;
- Avaliar operações simultâneas no mercado de ações e contratos futuros da BM&FBOVESPA, ao utilizar dos sistemas seguidores de tendências propostos pelo presente estudo.

#### **1.4 Esboço da dissertação**

Este trabalho está organizado em 5 capítulos. No capítulo 2, apresentamos a fundamentação teórica. No Capítulo 3, falamos sobre a metodologia empregada no presente estudo para o desenvolvimento dos sistemas de negociação propostos, revelando as estratégias para a formatação dos sistemas. No capítulo 4, demonstramos os resultados gerados pelos *trading systems* propostos. Por fim, no capítulo 5, apresentamos nossas conclusões.



## Capítulo 2

### Fundamentação Teórica

Este capítulo aborda temas relacionados à área desta pesquisa. Após uma breve explanação na seção 2.1 a respeito dos segmentos do mercado financeiro, trataremos na seção 2.2 a função da bolsa de valores e sua importância. A seção 2.3 tratará de Finanças Computacionais enquanto área de pesquisa, e na sequência, na seção 2.4, abordaremos o conceito de tendências no mercado de renda variável. Trataremos na seção 2.5 a respeito da Análise Técnica e Análise Fundamentalista. Abordaremos a Análise Técnica reativa na seção 2.6. Apresentaremos diferentes indicadores técnicos, suas fórmulas e fundamentos na seção 2.7. Trataremos posteriormente (seção 2.8), sobre risco e gestão de dinheiro na perspectiva de dimensionar posições em operações no mercado de ações e futuros. E por fim, na seção 2.9 apresentaremos os diferentes trabalhos relacionados ao tema da presente dissertação.

#### 2.1 Mercado Financeiro

Mercado pode ser conceituado como “grupo de compradores e vendedores que, por meio de suas reais ou potenciais interações, determinam o preço de um produto ou de um conjunto de produtos” (PINDYCK e RUBINFELD, 2010, p.7). Deste modo, o mercado é composto a partir da negociação entre agentes superavitários (poupadores de recursos) e deficitários (tomadores de recursos).

A intermediação de compra e venda de bens, entre os agentes superavitários e deficitários, no mercado financeiro, acontece através de instituições, constituindo assim o Sistema Financeiro. A Comissão de Valores Mobiliários – CVM (2014) conceitua Sistema Financeiro como “conjunto de instituições e instrumentos que viabilizam o fluxo financeiro entre os poupadores e os tomadores na economia” (p.30).

O Sistema Financeiro é classificado em quatro categorias: mercado monetário, mercado de crédito, mercado de câmbio e mercado de capitais, como ilustra a Figura 2.1. Porém o foco de

discussão principal do presente estudo é o mercado de capitais, sendo assim abordaremos de forma resumida a respeito do mercado monetário, mercado de crédito e mercado de câmbio.

**Figura 2.1:** Segmentos do Mercado Financeiro



**Fonte:** CVM, 2014, p.31.

Segundo a CVM (2014), o mercado monetário é onde são realizadas as transferências de recursos a curtíssimo prazo, em geral com prazo de um dia, entre as próprias instituições financeiras ou entre elas e o Banco Central.

O mercado monetário é basicamente utilizado para controle da liquidez da economia, de acordo CVM (2014), no qual o Banco Central intervém para condução da política monetária, por exemplo, se o volume de dinheiro estiver maior do que o desejado pela política governamental, o Banco Central intervém vendendo títulos e retirando moeda do mercado, reduzindo, assim, liquidez da economia. Ao contrário, caso observe que a quantidade de recursos esteja inferior à desejada pela política monetária, o Banco Central para restaurar a liquidez desejada, intervém comprando títulos e injetando moeda no mercado.

No mercado de câmbio, ainda de acordo a CVM (2014), são negociadas as trocas de moedas estrangeiras por moeda nacional, de modo que os agentes econômicos que efetuam transações com o exterior, recebem ou pagam em moeda estrangeira. Já a respeito do mercado de crédito, pode ser conceituado como:

(...) segmento do mercado financeiro em que as instituições financeiras captam recursos dos agentes superavitários e os emprestam às famílias ou empresas, sendo remuneradas pela diferença entre seu custo de captação e o que cobram dos tomadores

(...) assim, as instituições financeiras nesse mercado têm como atividade principal a intermediação financeira propriamente dita. (CVM, 2014, p.32).

Diante do exposto, o mercado de crédito é onde são realizados empréstimos que se destinam aos bens de consumo de pessoas físicas e financiamentos concedidos às empresas para suprir necessidades imediatas de caixa (capital de giro). Neste mercado, as instituições financeiras captam recursos dos poupadores e os emprestam aos tomadores, assumindo os riscos da operação e lucram por uma diferença entre as taxas ( $i$ ) de captação e de aplicação desses recursos.

**Figura 2.2:** Mercado de Crédito



Fonte: CVM, 2014, p.35.

Diferente do mercado de crédito, no mercado de capitais os investidores emprestam seus recursos diretamente as empresas (verificar a Figura 2.3), através de uma instituição intermediária, que são as corretoras e distribuidoras de valores mobiliários, as quais estruturam as operações, assessorando na formação de preços e proporcionam liquidez captando clientes e distribuindo os valores mobiliários no mercado.

**Figura 2.3:** Mercado de Capitais



Fonte: CVM, 2014, p.35

Conceitua-se o mercado de capitais, portanto, como o segmento do mercado financeiro em que são criadas as condições para que as empresas captem recursos diretamente dos investidores, através da emissão de instrumentos financeiros, com o objetivo principal de financiar suas atividades ou viabilizar projetos de investimentos (CVM, 2014, p. 36).

No mercado de capitais são negociados títulos, valores mobiliários e ativos financeiros, que de acordo com as características do ativo ou contrato objeto da operação, podem ser classificados em dois grandes segmentos: mercado de renda variável ou em mercado de renda fixa.

Compõem mercado de renda fixa, ativos cuja remuneração ou retorno de um capital aplicado pode ser dimensionado no momento da aplicação, os quais podem ser títulos de renda fixa públicos ou privados, levando-se em consideração as condições da entidade ou empresa que os emite.

Diferente de investimentos no mercado de renda fixa, no mercado de renda variável, não há dimensionamento sobre o retorno do capital aplicado em um determinado ativo como, por exemplo, em ações, *commodities* e moedas.

Uma ação é considerada como a menor parcela do capital social das companhias ou sociedades que fica disponível para comercialização na bolsa de valores. Já *commoditie* pode ser entendida como qualquer bem em estado bruto, geralmente de origem agropecuária, extração mineral ou vegetal, produzido em larga escala com características físicas homogêneas.

No Brasil, os ativos negociados à vista ou na condição de contratos futuros, são negociados na BM&FBOVESPA, de modo que os investidores com direitos a títulos negociam sistematicamente, no empenho de alcançar uma maior rentabilidade. Para tanto, pode-se utilizar de ferramentas tecnológicas como auxílio nas tomadas de decisões de compra e venda.

## **2.2 Bolsa de Valores**

A Bolsa de Valores brasileira oferece uma significativa gama de produtos e serviços, tais como: negociação de ações, contratos derivativos referenciados em ações, ativos financeiros, índices, *commodities*, moedas, entre outros; listagem de empresas e outros emissores de valores mobiliários, depositária de ativos e empréstimo de títulos.

A BM&FBOVESPA conta com um modelo de negócio diversificado e integrado, oferecendo sistema de custódia completo. As negociações são cursadas em meio exclusivamente eletrônico. A Bolsa possibilita a seus clientes a realização de operações destinadas à compra e venda de ações, transferência de riscos de mercado

(*hedge*), arbitragem de preços entre mercados e/ou ativos, diversificação e alocação de investimentos e alavancagem de posições.<sup>3</sup>

Segundo Brasileiro (2013), a Bolsa de Valores é uma instituição que fornece condições e um aparato de sistemas de informações necessárias para realizar as operações de compra e venda de títulos e valores mobiliários, atuando como auxiliar da Comissão de Valores Mobiliários na fiscalização do mercado e divulgando as operações executadas.

Diante do exposto, tem-se como a principal função da Bolsa de Valores, ser uma agente que proporciona um ambiente adequado à realização de negócios, gerando o intermédio entre os investidores. No entanto, para o investidor enviar ordem de compra ou venda é necessário contratar uma corretora de valores mobiliários cadastrada pela CVM e BM&FBOVESPA, pelo menos no caso brasileiro.

### **2.3 Finanças Computacionais**

Avanços na Computação, segundo Tsang *et al.* (2004), mudaram de forma significativa a sociedade, trazendo relevantes implicações inclusive em finanças, possibilitando uma transformação no poder de processamento e análises de dados financeiros, convergindo para uma nova área de pesquisa, Finanças Computacionais, de modo que foi possível a criação de modelos complexos para simular e analisar dados do mercado na perspectiva de obter uma melhor visão do seu comportamento.

Os pesquisadores em finanças computacionais necessitam realizar uma correlação constante entre os fundamentos de finanças e as ferramentas computacionais disponíveis, na perspectiva de gerar um conhecimento ou produtos significativos, que possam auxiliar a decisão de negociação por parte de um investidor que venha operar no mercado de renda variável.

Power *et al.* (2011) aborda os avanços da tecnologia computacional e da sua importância no desenvolvimento de ferramentas para apoio nos processos de decisões, o qual utiliza o termo geral *Decision Support Systems* (Sistemas de Apoio à Decisão), considerando como uma área que busca resolver problemas com auxílio do computador, aumentando a capacidade de uma pessoa ou grupo de tomar decisões em diferentes áreas.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <[http://www.bmfbovespa.com.br/pt\\_br/institucional/sobre-a-bm-fbovespa/quem-somos/](http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/institucional/sobre-a-bm-fbovespa/quem-somos/)>. Acesso em: 01/06/2016.

De acordo com Oliveira (2002, p.35), “sistema é um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função”. Sendo assim, a formação de um sistema se dá pela união de diversas partes interdependentes que conjuntamente visam atingir um objetivo comum, de maneira que forma uma estrutura organizada com a finalidade de executar uma ou mais atividades.

Diante do exposto, finanças computacionais pode ser entendido como um campo da Ciência da Computação Aplicada, que aborda questões relativas ao interesse prático, na perspectiva de desenvolver e/ou analisar algoritmos, baseando-se em ferramentas matemáticas e estatísticas que são aplicadas no mundo contemporâneo, para análise e modelagem de dados financeiros, que resultam em sistemas que podem auxiliar agentes financeiros na tomada de decisão, por exemplo, em operações no mercado de renda variável.

As pesquisas ligadas a finanças computacionais contribuem na geração e avaliação de ferramentas que podem aperfeiçoar formas de negociação como, por exemplo, no gerenciamento de riscos de um investimento em um ativo ou conjunto de ativos, na estruturação de *portfólios* e métodos diversos para ampliar possibilidades de maiores lucros nas operações no mercado.

Ao longo do tempo, diversos pesquisadores, a exemplo de Bauer (1994), Mahfoud *et al.* (1997), Mendelsohn (2000), Hayward (2004), Fuente *et al.* (2006), El-Khodary (2009) e Costa *et al.* (2013), desenvolveram trabalhos e publicaram os resultados obtidos, que foram determinados através da avaliação de sistemas de negociação, na perspectiva de auxiliar investidores no processo decisório de negociação.

Alguns pesquisadores, voltaram-se para a computação evolutiva, a exemplo de Bauer (1994). Tendo sido um dos primeiros pesquisadores a usar algoritmos genéticos em estratégias de investimento, os resultados determinados por ele foram significativos, embora não conclusivos.

Mahfoud *et al.* (1997), também propôs um sistema baseado em algoritmos genéticos para prever as futuras performances em investimentos no mercado de ações, assim como Fuente *et al.* (2006), que fez uso de algoritmos genéticos na perspectiva de prever futuros movimentos no mercado de ações. Já Hayward (2004), analisou a rentabilidade de um sistema baseado na combinação de algoritmos genéticos e redes neurais.

Os resultados determinados por Hayward (2004), Mahfoud *et al.* (1997) e Fuente *et al.* (2006), demonstraram a capacidade positiva dos sistemas em gerar sinais para negociações, baseando-se em séries históricas de ações.

Corrêa *et al.* (2005), baseando-se em estratégias de negociação propostas por Mendelsohn (2000), propôs a utilização de redes neurais para suprir as deficiências das médias móveis em estratégias de negociação. Analisou a combinação das médias móveis exponenciais com as redes neurais artificiais, com o objetivo em maximizar a percepção de tendências, realizando um estudo de caso, já Corrêa *et al.* (2005) demonstrou resultados positivos na geração de sinais de negociação, gerados pela a estratégia proposta.

El-Khodary (2009) desenvolveu um sistema de negociação, baseando-se na estratégia de cruzamento de médias móveis, analisando as movimentações dos preços do índice da bolsa de valores egípcio, obtendo resultados significativos para a discussão sobre a efetividade da estratégia analisada.

Tung *et al.* (2011) analisou métodos automáticos de negociações em ativos no mercado de Hong Kong, os quais demonstraram resultados positivos em relação a rentabilidade proporcionada no período estudado.

Costa *et al.* (2013) propôs um sistema de negociação baseado no indicador técnico *Moving Average Convergence Divergence* – MACD (Média Móvel de Convergência e Divergência). Avaliou-se o sistema proposto em operações no mercado de ações do Brasil, sendo que os resultados obtidos não foram superiores ao da estratégia *buy-and-hold*. Já Teixeira *et al.* (2010), ao avaliar um sistema de negociação baseado em um conjunto de indicadores técnicos no mercado de ações brasileiro, demonstrou que a estratégia proposta obteve rentabilidade superior ao *buy-and-hold*.

Diante das evidências encontradas na literatura, percebe-se um crescimento relevante de estudos relacionados às ferramentas computacionais em finanças, na busca de analisar e desenvolver ferramentas que possam ser aproveitadas para um melhor desempenho na resolução de problemas correlacionados as formas de investimento, no mercado de renda variável.

Estudos em finanças computacionais podem possibilitar o desenvolvimento de instrumentos para auxiliar em operações e administração de *portfólios* de ativos e apoiar na avaliação de

performances, gerenciando riscos na perspectiva de obter uma rentabilidade mais significativa em investimentos operados no mercado.

Na busca de fomentar pesquisas relacionadas a finanças computacionais, diversos encontros, conferências e *workshops* internacionais, bem como alguns encontros nacionais, foram organizados ao longo do tempo. A seguir serão apresentadas algumas das mais relevantes conferências que ocorreram ao longo dos anos.

- *Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics*<sup>4</sup>: É considerada como um espaço que possibilita a maior colaboração entre os profissionais de engenharia e finanças, e é um dos principais fóruns de novas tecnologias e aplicações de inteligência computacional;
- *International Conference on Computing in Economics and Finance*<sup>5</sup>: Atrai um número significativo de grupos de interesse, em simulação, finanças, econometria, etc.
- *International Symposium in Computational Economics and Finance*<sup>6</sup>: Envolve diversos pesquisadores em finanças computacionais;
- Encontro Brasileiro de Finanças<sup>7</sup>: Visa incentivar o estudo de finanças no Brasil, bem como disseminar o conhecimento de teorias e técnicas para elevação da qualidade do ensino, da pesquisa e da aplicação prática em atividades de gestão financeira e de investimentos, assim como, o Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://iee-ssci.org.za:8080/CIFEr>>. Acesso em: 07/04/2016.

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.aiecon.org/conference/cef2015/>>. Acesso em: 07/04/2016.

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www.iscef.com/>>. Acesso em: 07/04/2016

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://sbfin.org.br/index.php/2016/09/12/anuncio-do-18o-encontro-brasileiro-de-financas/>>. Acesso em: 15/03/2017.

<sup>8</sup> Disponível em: <<http://sbpo2016.ufes.br/>>. Acesso em: 10/06/2017.



## 2.4 Tendências nos mercados de renda variável

Os movimentos dos mercados se caracterizam por oscilações que lembram uma série de ondas, com topos e fundos bastante aparentes. Considera-se o “topo” como sendo o nível de preço mais alto atingido em um intervalo de tempo considerado, antes da ocorrência de um ponto de retorno, neste caso quando ocorre o fim de uma tendência altista dos preços. Por outro lado, quando ocorre o “fundo” é considerado o nível de preço mais baixo atingido em um determinado intervalo de tempo, o que caracteriza o fim de uma tendência baixista.

Neste contexto, uma tendência pode ser classificada como sendo a direção de uma sequência de “topos” e “fundos”, sendo que o movimento dos preços do mercado, segundo Magee *et al.* (2003), não oscilam entre topos e fundos de uma forma desordenada, mas sim em tendência, porém essas tendências ocorrem de acordo à periodicidade analisada, corroborando com Toms (2011).

A ideia é que os preços se movem em tendências de tal modo que em cada ponto no tempo, o preço é ou em tendência de alta ou em uma tendência de baixa. Uma tendência de alta é definida como um período de aumento dos preços e uma tendência de baixa é definida como um período de queda dos preços. (TOMS, 2011, p.3).

Estudos realizados por Lempérière *et al.* (2014), demonstraram a evidência de mais de duzentos anos de tendências nas movimentações dos preços em diversas classes de ativos em diferentes mercados do mundo.

Quando se opera a favor da tendência e se quer operar seguindo o viés do fluxo principal, os sistemas de negociação baseados em métodos caracterizados na filosofia do *trend following*, podem ser eficientes em corroborar com as expectativas do investidor em aumentar sua rentabilidade, uma vez que ao considerar a tendência, o sistema poderá sinalizar uma posição ganhadora, auxiliando o operador nas tomadas de decisões.

Uma tendência, ainda pode ser definida por uma linha a qual pode ser crescente ou decrescente, considerando um intervalo de tempo das movimentações dos preços de determinado ativo. Pode-se perceber na Figura 2.4, a tendência de alta das ações da Petrobras (PETR4) negociadas na BM&FBOVESPA no período de 01/08/2007 à 31/01/2008.

**Figura 2.4** – Linha de tendência de alta –PETR4



Fonte: IDOETA, 2009, p.18.

As movimentações dos preços de ativos negociados no mercado, geralmente são representadas por *candles* (barras), que é uma representação gráfica do que ocorreu com o preço de um ativo no decorrer de um determinado período, apresentando-se as variações ocorridas nos preços no intervalo de tempo considerado. Isto pode ser visto nas Figuras (2.4) e (2.5).

Diante da Figura 2.4, percebe-se a maneira em que os *candles* estão justapostos, garantindo-se de forma significativa a percepção da tendência no intervalo considerado, pelo menos visualmente. No entanto, é importante utilizar-se de sistemas baseados em métodos matemáticos e estatísticos, como aponta Covel (2014), para perceber as movimentações dos preços de determinado ativo.

O objetivo de utilizar de sistemas de negociação na análise dos preços, é verificar se há uma tendência, de modo que possibilite ao investidor aproveitar ao máximo a tendência percebida, possibilitando ao investidor posicionar-se no modo comprado em determinados ativos que estejam em tendência altista nos preços e vendido em uma tendência baixista.

Na Figura 2.5, pode-se perceber através da linha de tendência, o comportamento baixista das ações negociadas da Telemar (TNLP4) na BM&FBOVESPA entre 01/06/2005 à 30/09/2005.

**Figura 2.5** – Linha de tendência de baixa –TNLP4.



Fonte: IDOETA, 2009, p.19.

De acordo com a Figura 2.5, observa-se as movimentações dos preços no intervalo em que a linha de tendência foi plotada sobre o gráfico, podendo ser percebido que no intervalo considerado, houve uma queda significativa nos preços e caso um determinado investidor estivesse realizado compra de ações da TELEMAR no período, iria obter significativa perda sobre o capital aplicado.

## 2.5 Análise Técnica *versus* Análise Fundamentalista

Na pretensão de perceber o comportamento dos preços e a evidência de uma tendência, negociadores do mercado de renda variável podem fundamentar-se em duas teorias, a Análise Fundamentalista ou na Análise Técnica e esta última podendo ser preditiva ou reativa, como afirma Covel (2014).

Existem essencialmente duas formas de análise técnica. Uma forma se baseia na capacidade de leitura de dados e no uso de indicadores que predizem para onde o mercado irá (...) mas existe outra forma de análise técnica que não tenta prever ou projetar. Ela se baseia na reação aos movimentos dos preços. (p.34-35).

A análise técnica tradicional (preditiva) tem como pressuposto que os preços passados podem influenciar de alguma maneira o comportamento dos preços futuros, tendo ainda como princípio detectar as tendências dos preços de ativos, utilizando-se de indicadores técnicos e regras de negociação, na tentativa de determinar padrões que possam se repetir nas futuras movimentações dos preços.

El-khodary (2009, p.1457) define a análise técnica como “o estudo dos dados do mercado no passado, principalmente preço e volume em busca de uma previsão da direção futura dos preços”. O autor citado também aborda que para a realização do estudo é necessário a utilização de indicadores técnicos.

Ao longo de décadas foram desenvolvidas pesquisas na busca de modelos e sistemas de negociação, na tentativa de produzir ferramentas de decisão com a perspectiva de auxiliar investidores na previsão do comportamento de preços de determinado ativo. Atualmente, há diversos produtos e protótipos disponíveis para quem acredita em operar no mercado de renda variável, com a pretensão de prever tendências de mercado.

Pesquisas na comunidade acadêmica têm sido realizadas, as quais são baseadas na análise técnica preditiva, como Fuente *et al.* (2006), Mendelsohn (2000), El-Khodary (2009), Teixeira *et al.* (2010) e Tung *et al.* (2011). Estes trabalhos utilizaram a análise técnica preditiva, na perspectiva de prever futuras tendências, baseando-se em séries históricas dos ativos analisados, apoiando-se em indicadores técnicos, os quais relatam que obtiveram resultados significativos e com uma boa precisão.

El-Khodary (2009), por exemplo, desenvolveu um sistema baseado na estratégia de médias móveis, que ele intitulou de “Sistema de Apoio à Decisão” e que aborda a capacidade de

previsão do cruzamento das médias móveis, tendo sido aplicado ao índice da bolsa de valores egípcio e alguns dos seus títulos.

O aspecto preditivo da análise técnica tradicional, de acordo com a literatura atual, apresenta-se de maneira que seja necessário que o operador determine alguma estratégia ou sistema que consiga desvendar as movimentações futuras.

A outra teoria envolvida e utilizada por uma parte significativa de negociadores do mercado de renda variável, é a Análise Fundamentalista, a qual é baseada em fatores como o clima, políticas governamentais, balanços empresariais, razões entre preços e lucros, de modo que seja possibilitada a previsão da direção do mercado antes que ela reflita nos preços, possibilitando ao investidor uma decisão que seja positiva e leve a lucratividade.

A análise fundamentalista pode ser conceituada como o estudo de toda informação disponível no mercado sobre determinada empresa, com a finalidade de obter seu verdadeiro valor e, assim, formular uma recomendação de investimento. Desse modo, considera a análise das variáveis internas e externas à empresa, as quais exercem influência sobre seu desempenho e em consequência, sobre o valor intrínseco de suas ações. (ANTUNES *et al.*, 2007, p.6).

A análise fundamentalista contrasta com a análise técnica (preditiva ou reativa), pois na análise técnica pressupõe-se que os preços do mercado refletem todos os fatores conhecidos e que afetam a oferta e a demanda em determinado mercado. Em vez de considerar, por exemplo, fundamentos políticos ou climáticos, a análise técnica considera apenas as movimentações dos preços em si.

## 2.6 Análise Técnica Reativa

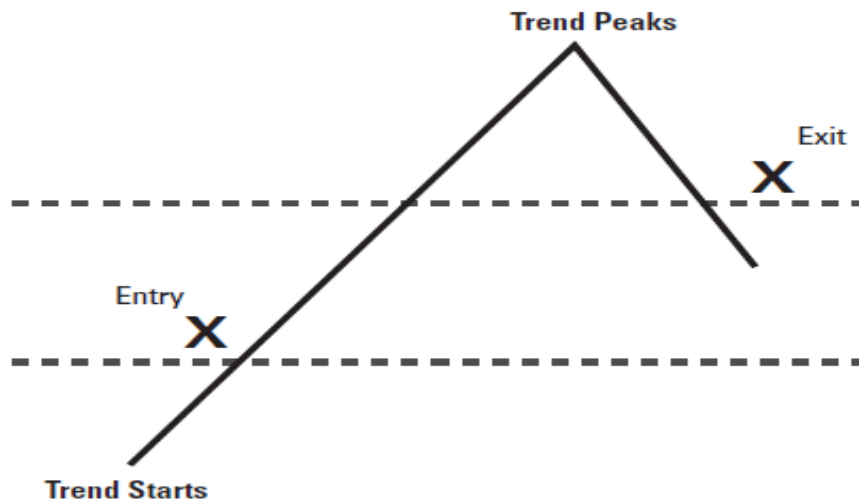
Diferente da análise técnica preditiva e da fundamentalista, na análise técnica reativa não se tenta prever se o mercado vai cair ou subir, nem tenta adivinhar “topos” e “fundos” em dado momento, e nem se baseia em metodologias que propõem prever os preços futuros. Sendo estes, os princípios dos operadores que utilizam de métodos baseados no *trend following*.

Os adeptos do *trend following* são um grupo de operadores técnicos que usa a análise técnica reativa. Em lugar de tentar prever em que direção irá um mercado, sua estratégia é reagir aos movimentos de um mercado sempre que ocorram. Isso permite que se concentrem nos movimentos reais do mercado e não se envolvam emocionalmente em tentativas de prever sua duração ou direção. (COVEL, 2014, p.35).

Segundo Clenow (2013), o objetivo dos adeptos das estratégias baseadas em *trend following* é entrar em uma tendência que já esteja em andamento e em seguida manter-se posicionado na

tendência, até que ela demonstre um movimento claro de que esteja ao seu final. Isso significa, que os adeptos da análise técnica reativa buscam estar posicionados em uma tendência já consolidada, não se posicionando no início ou no fim de uma tendência, mas respondendo as movimentações dos preços, evitando posições equivocadas em tendências que não se concretizam, na periodicidade considerada.

**Figura 2.6** – Forma típica de entrada e saída de uma tendência baseada na teoria do *trend-following*.



Fonte: COVEL, 2014, p.74.

A Figura 2.6, mostra um esquema que caracteriza a forma típica de um investidor que considera a teoria do *trend following* no conjunto de suas estratégias de negociação. Percebe-se que a entrada (*entry*), não acontece no início da tendência (*trend starts*) quando os preços demonstram um movimento altista, mas posteriormente quando a tendência já está consolidada.

Percebe-se também através da Figura 2.6, que a saída (*exit*) de um sistema de negociação baseado no *trend following*, não é realizada até que a tendência seja considerada terminada, isso é possível se as estratégias estabelecidas no sistema de negociação possam filtrar as informações de forma significativa, de modo que sinalize o fim da tendência.

Considerando-se que os adeptos do *trend following* não buscam desvendar os preços futuros do mercado, mas sim em se apoiar em sistemas de negociação fundamentados na análise técnica reativa, na perspectiva de responder de forma positiva as reais condições que o mercado oferece, o presente estudo busca propor sistemas baseados na análise técnica reativa, demonstrando os comportamentos dos mesmos no mercado brasileiro.

## 2.7 Indicadores Técnicos

A utilização de indicadores técnicos têm sido utilizada de forma significativa como auxílio na tomada de decisão, por parte de investidores que operam no mercado de renda variável, como pode-se verificar em Murphy (1999), Mendelsohn (2000), Appel (2005), Fuente *et al.* (2006), Chen *et al.* (2008), El-Khodary (2009), Teixeira *et al.* (2010), Tung *et al.* (2011) entre outros.

Diante do exposto, no presente estudo, buscou-se utilizar de um conjunto de indicadores técnicos, para a implementação das estratégias de negociação que fazem parte dos *trading systems* propostos no presente trabalho. Os indicadores utilizados estão descritos, nas subseções: (2.7.1), (2.7.1.1.), (2.7.1.2), (2.7.2), (2.7.3), (2.7.4), (2.7.5) e (2.7.6).

### 2.7.1 Médias Móveis

As Médias Móveis, segundo Murphy (1999), Brock *et al.* (1992) e El-Khodary *et al.* (2009), é um dos indicadores técnicos mais utilizados no mercado, servindo de base para uma parte significativa dos sistemas utilizados para operar no mercado de renda variável com o objetivo de perceber as tendências nos preços.

A Média Móvel é o que o próprio nome indica, a média de preços que se deslocam no tempo. Esse deslocamento acontece devido à entrada de novos preços e à saída de preços mais antigos. Em geral, dois tipos de médias móveis são utilizadas, a Média Móvel Simples (MMS), determinada pela Equação 1, e a Média Móvel Exponencial (MME) determinada pela Equação 2.

Os indicadores técnicos MME e MMS farão parte do conjunto de estratégias a serem consideradas nos *trading systems* propostos no presente estudo.

#### 2.7.1.1 Média Móvel Simples

O objetivo das médias móveis é o acompanhamento do progresso de uma tendência e a sinalização do início de uma nova tendência ou do fim de uma antiga tendência, tendo como principal vantagem a diminuição de “ruídos” dos preços, facilitando assim a determinação da tendência.

A média móvel simples é dada pela Equação 1, onde a soma dos preços considerados ao longo do tempo, é dividida pelo o número de preços ( $n$ ) observados para determinar um preço médio do título durante o período considerado, como mostrado a seguir:

$$MMS_k = \frac{1}{n} \sum_{t=k-n+1}^k P_t \quad (1)$$

Onde:

- $k$  é a posição do preço do ativo ao final do intervalo considerado;
- $P_t$  é o preço no tempo  $t$ ;
- $n$  é o número total de preços observados;
- $MMS_k$  é a media móvel simples do número total de preços observados ao final do intervalo considerado.

Na MMS, os preços da série de dados são igualmente ponderados, assumindo assim, que os preços antigos são tão relevantes quanto os mais recentes.

### 2.7.1.2 Média Móvel Exponencial

Diferente da MMS, a MME descrita pela Equação 2, não considera o mesmo peso para todos os preços considerados na série histórica, atribui peso maior aos preços mais recentes.

$$MME_k = \alpha P_k + MME_{k-1}(1-\alpha) \quad (2)$$

Onde,

$$\alpha = \frac{2}{n+1} \quad (3)$$

Sendo  $\alpha$  o fator de suavização, que é um número entre 0 e 1.

Ao consideramos a Equação 2, temos os seguintes parâmetros:

- $k$  é a posição do preço do ativo ao final do intervalo considerado;
- $P_k$  é o preço, no período  $k$ ;
- $n$  é o número de períodos observados pelo investidor;
- $MME_k$  é a média móvel exponencial dos preços observados, no intervalo considerado.



A MME é uma ferramenta principal no conjunto de estratégias estabelecidas no indicador técnico de Médias Móveis de Convergência - Divergência, que será descrito na subseção (2.7.2).

### **2.7.2 Médias Móveis de Convergência – Divergência**

Médias Móveis de Convergência – Divergência, do inglês *Moving Average Convergence – Divergence* (MACD), é um indicador técnico que foi desenvolvido por Gerald Appel por volta de 1970 e tem sido utilizado, segundo Appel (2005) e Chen *et al.* (2008) como estratégia de investimento pelos negociadores que operam em diferentes mercados e classes de ativos.

O MACD é um indicador que consiste na combinação de três médias móveis exponenciais: uma de curto prazo, outra de longo prazo e a terceira é a média da diferença das anteriores, as quais respectivamente, podem ter como intervalos para o cálculo, os parâmetros (12, 26 e 9), utilizados como padrão e sugeridos por Eric *et al.* (2009), Elder (2004), Chen *et al.* (2008) e Appel (2005), os quais obtiveram resultados positivos com a referida combinação. No entanto, os parâmetros podem ter diferentes valores a depender do negociador e dos seus objetivos de negociação.

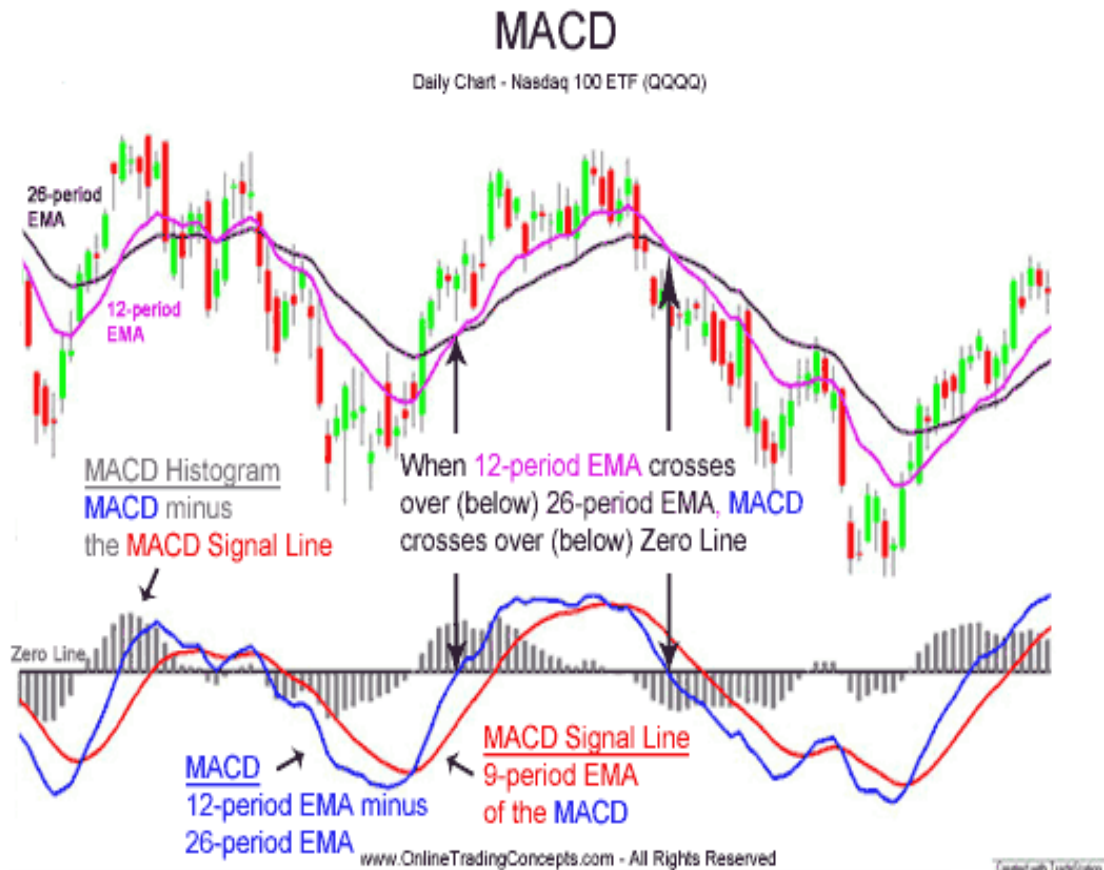
Appel (2005) considera algumas concepções básicas a respeito do MACD, que serão apresentadas a seguir:

- Linha do MACD: representa a diferença entre a média móvel exponencial de curto prazo com a média exponencial de longo prazo;
- Quando as tendências do mercado estão ascendentes, as médias de curto prazo tendem a subir mais rápido que as médias de longo prazo. Deste modo, os preços no período mais curto estão acima da média do período mais longo, caracterizando um movimento altista.
- Quando as tendências do mercado estão perdendo força, médias de curto prazo tendem a estar abaixo das médias dos preços de longo prazo, o que representa um declínio nos preços.
- No decorrer dos movimentos de preços, as médias móveis de curto prazo e as de longo prazo se movem, de modo a ocorrer divergências, ou seja, quando as movimentações de ambas seguem sentidos opostos. Porém as médias móveis podem se mover no mesmo

sentido, ou seja, podem convergir na mesma direção. Sendo assim, justifica-se o nome do indicador de média móvel convergência-divergência.

O gráfico na Figura 2.7, demonstra diferentes maneiras de interpretação do MACD, onde realiza-se a análise, baseando-se na combinação das médias móveis exponenciais de 12, 26 e 9 períodos.

**Figura 2.7** – Comportamento do MACD



Fonte: Online *Trading Concepts*<sup>9</sup>.

O gráfico na Figura 2.7, mostra o comportamento do MACD, onde a linha preta sobre as barras de preços representa o comportamento das médias móveis exponenciais de 26 dias das movimentações dos preços, caracterizadas como período de análise em longo prazo. Já a linha rosa representa o comportamento das médias móveis exponenciais de 12 períodos, considerados também em dias e caracterizada pelas médias de período curto.

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://www.onlinetradingconcepts.com/TechnicalAnalysis/MACD2.html>>. Acesso em 11/12/2017

Diante dos valores determinados, através das diferenças entre os pontos que formam as linhas das médias do período curto (linha rosa), e período longo (linha preta), determina-se a linha do MACD (linha azul), a qual representa as diferenças entre as médias de 26 e 12 períodos considerados (em dias), como pode-se verificar na Figura 2.7.

Considerando ainda a Figura 2.7, verifica-se a linha de sinal do MACD (linha vermelha) que representa o comportamento das médias móveis exponenciais de 9 períodos, vale ressaltar que cada ponto que compõe a linha vermelha é determinado através do cálculo de nove médias de preços que formam a linha azul (linha do MACD). Já o histograma ou barras justapostas na reta *zero line* (linha zero), representa as diferenças entre a linha do MACD com a linha de sinal do MACD.

No caso em que ocorre o cruzamento entre as linhas azul e vermelha entende-se que é uma sinalização que os preços estão em movimento ascendente ou em declínio. Na medida em que a linha do MACD cruza para cima a linha vermelha (linha de sinal do MACD) demonstra-se um comportamento altista nos preços. Já quando a linha do MACD cruza para baixo a linha vermelha verifica-se um declínio nos preços.

### **2.7.3 Hilo– Activator**

O *hilo-activator* é um indicador técnico utilizado tanto para a definição de pontos de saída de uma operação, quanto para indicar pontos de entradas em um determinado ativo. Segundo Krausz (1998), esse indicador técnico consiste na média móvel simples das máximas e mínimas, obtidas nas cotações dos preços anteriores de um ativo considerado em um período pré-estabelecido.

*Hilo-activator* foi proposto por Krausz (1998), o qual se inspirou no conjunto de métodos desenvolvido por William Delbert Gann (1878-1955) um comerciante norte americano, conhecido por desenvolver estratégias de negociação baseados na análise técnica.

Gann oferecia cursos para ensinar suas estratégias de negociações, o que segundo Krausz (1998), possibilitou a muitos negociadores aperfeiçoar suas formas de operar no mercado, alcançando lucros significativos em suas operações nos mercados de renda variável. Krausz (1998) obteve acesso ao material de um dos cursos de Gann, o que proporcionou o desenvolvimento de um sistema de negociação, o qual batizou como *New Gann Swing Chartist*.

O sistema recomendado por Krausz (1998), tem como principal estratégia para pontos de entradas e saídas em uma dada operação, as movimentações de preços máximos e mínimos obtidos por um determinado ativo. A este tratamento deu-se o nome de indicador técnico *Gann hilo-activator* ou *Hilo-Activator* (*HiLo* é derivado das palavras em inglês *High* (máxima) e *Low* (mínima)).

O *hilo-activator* é plotado sobre o gráfico de preços, geralmente em forma de linha, formando uma espécie de “escada” que oscila acima e abaixo dos preços, na medida em que estes sobem ou descem como podemos verificar na Figura 2.8.

**Figura 2.8** – Comportamento do *hilo-activator*



Fonte: Própria.

A “escada” superior (vermelha) exhibe a média simples das últimas cotações máximas de um determinado ativo, o que sinaliza um sinal de queda nos preços, deste modo o negociador venderá ou sairá de uma posição comprada.

No caso em que a “escada” inferior (azul) é plotada, está sendo representada a média das últimas cotações mínimas obtidas por um determinado ativo, sinalizando que o negociador pode entrar em uma posição comprada.

O diferencial do *hilo-activator* está no fato de que apenas uma destas médias é mostrada no gráfico em cada dado momento, de forma que elas se alternem entre médias das máximas e das mínimas na compra e na venda, gerando uma análise significativa por parte do operador.

Apesar do dinamismo e dos resultados positivos demonstrados na literatura a respeito da eficiência e eficácia do *hilo-activator*, na geração de sinais para compra ou venda em ativos no mercado de renda variável, tendo como exemplo os resultados demonstrados por Gomes *et al.* (2012) que analisou a eficácia do *hilo-activator* como estratégia de investimento, o referido indicador geralmente não deve ser utilizado como único indicador técnico em uma estratégia de negociação, como afirma Adrião (2009).

O *hilo-activator* não costuma ser usado isoladamente, para utilizá-lo é importante identificar a principal tendência através de outros indicadores. Quando o preço está acima do *hilo-activator*, ele pode ser usado como filtro de confirmação de compra. Quando os preços estão abaixo do indicador, ele pode ser usado como um filtro de confirmação de venda. (p.20).

O sistema proposto por Krausz (1998), também faz uso de outras estratégias para verificar melhor a percepção da tendência, deste modo, espera-se que ao utilizar o *hilo-activator* ele faça parte de um conjunto de estratégias, como mais uma ferramenta que poderá aperfeiçoar um sistema de negociação.

Considerando a filosofia do *trend following*, a qual trata da importância de se utilizar um conjunto de estratégias para fundamentar um sistema de negociação e não simplesmente focar em um determinado indicador técnico, fortalece a importância de utilizar o *hilo-activator* como mais um indicador técnico que ajude na percepção de determinada tendência pré-estabelecida.

#### **2.7.4 Índice de Força Relativa**

Desenvolvido por Wilder (1978), o Índice de Força Relativa, do inglês *Relative Strength Index* (RSI), é um indicador de oscilação que compara a magnitude dos ganhos recentes de um determinado ativo com suas recentes perdas, medindo a força relativa do ativo ao seu próprio histórico de preços e não ao do mercado.

O RSI pode mostrar quando um ativo está “sobrecomprado”, ou seja, quando passou por um movimento de valorização intenso ou prolongado nos seus preços e pode estar próximo de reverter. Também pode identificar ativos que passaram por um movimento de desvalorização

intenso ou prolongado nos seus preços podendo estar próximo de um movimento altista nos preços, ou seja, que estão “sobrevendidos”.

O Índice de Força Relativa é útil, pois pode gerar sinais para entrada e pontos de saída, auxiliando na percepção de uma tendência que esteja terminando ou se formando. O RSI pondera o dinamismo dos preços ao longo de um determinado período, na maioria das vezes em 14 períodos observados, como sugerido por Wilder (1978), mostrando assim, se os preços do ativo mudaram de forma ascendente ou decrescente.

Wilder (1978), determinou duas características fundamentais referentes aos valores do RSI. Ele considerou que um RSI acima de 70 indica que o ativo está “sobrecomprado”, enquanto um RSI abaixo de 30 sugere uma situação de “sobrevenda”, características também apontadas por Anderson *et al.* (2015).

Na Equação 4 é demonstrado como ocorre o cálculo do RSI, percebe-se ainda que o valor do RSI estará sempre entre 0 e 100.

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + R(n)} \quad (4)$$

Sendo  $R(n)$  dada pela seguinte relação:

$$R(n) = \frac{g(n)}{p(n)} \quad (5)$$

Considerando as duas equações anteriores tem-se:

- $n$  é o número de períodos observados pelo investidor;
- $g(n)$  é média móvel exponencial do ganho no período  $n$ ;
- $p(n)$  é média móvel exponencial da perda no período  $n$ ;
- $R(n)$  sendo a relação entre as médias móveis de ganho e de perda no período observado  $n$ ;
- $RSI$  sendo um valor que estará no intervalo de 0 à 100.

É importante frisar que na Equação 5, a perda  $p(n)$  será dada sempre em um valor positivo.

### 2.7.5 Volume

O volume é computado pelo número de transações de compra e venda efetuadas para qualquer ativo financeiro e pode ser exibido como o número de ações ou contratos transacionados, ou seja, o número de negócios realizados ou pelo volume financeiro movimentado.

Para Gagnon e Karolyi (2009) o volume negociado reflete a qualidade da informação disponível entre os investidores, eles concluíram que os dias de grande volume negociado estão associados com padrões previsíveis de retornos. Resultados semelhantes aos determinados por Campbell *et. al* (1993).

Blume *et al.* (1994) mostrou que o volume pode oferecer importantes informações com significativa precisão, na percepção dos movimentos dos preços. Deste modo, o volume fornece uma ligação importante sobre a magnitude dos preços e seu dinamismo, o que pode auxiliar na percepção de tendências.

No presente estudo, no conjunto de estratégias estabelecidas nos sistemas de negociação propostos, consideramos o volume de ações negociadas, bem como o volume de contratos negociados por um determinado ativo, para condicionar a tomada de uma posição comprada (*long*) ou uma posição vendida (*short*).

### 2.7.6 Média de Amplitude de Variação

A Média de Amplitude de Variação, ou simplesmente indicador ATR (do inglês, *Average True Range*), mede a volatilidade dos preços de determinado ativo em um determinado período. Este indicador técnico foi desenvolvido por Wilder (1978), o mesmo autor do Índice de Força Relativa.

O ATR considera somente os preços de máximo e mínimo de um ativo, em uma janela de tempo e ignoram outros movimentos fora dessa janela, de modo que não objetiva indicar movimentos direcionais, somente considera as oscilações do ativo. Sendo assim, de acordo com Abraham (2013), o ATR se torna um importante indicador de análise técnica muito útil para uma estratégia de *stop loss* para gerenciar riscos.

Wilder (1978) criou um conceito para medir melhor a variação de um ativo, por meio da *True Range* (TR). Para isso, a média de amplitude de variação considera sempre o maior valor absoluto entre as opções:

- A diferença entre o maior preço considerado no *candle* atual e o menor preço verificado no *candle* atual;
- A diferença entre o maior preço considerado no *candle* atual e o preço de fechamento verificado no *candle* anterior;
- A diferença entre o menor preço demonstrado no *candle* atual, com o fechamento verificado no *candle* anterior.

O resultado de maior valor determinado entre as diferenças apresentadas anteriormente, é o que chamamos de *True Range* (variação verdadeira), de acordo com Wilder (1978) e Abraham (2013). Deste modo, é importante observar que este método garante que sempre será considerada a maior variação no preço, seja ele em relação ao fechamento do *candle* anterior, ou em relação à abertura e fechamento atual considerado, para realizar-se uma tomada de decisão.

Diante do exposto, a média de amplitude de variação para um período  $t$ , é calculada de acordo a Equação 6, demonstrada a seguir:

$$ATR_t = \frac{ATR_{t-1} \times (n - 1) + TR_t}{n} \quad (6)$$

Onde,

- $ATR_t$  é a média de amplitude de variação para o período  $t$ ;
- $ATR_{t-1}$  é a média de amplitude de variação para o período  $(t - 1)$ ;
- $n$  é o número de períodos observados para o cálculo da média.
- $TR_t$  é o *True Range* calculado no período  $t$ .

O primeiro valor ATR é calculado usando a Equação 7, que é uma média aritmética.

$$ATR_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TR_i \quad (7)$$



Onde,  $ATR_n$  é a média de amplitude de variação no período  $n$  e  $TR_i$  é o *true range* de cada período  $i$  observado.

O ATR é utilizado geralmente, por uma parte significativa de investidores como parte de estratégias de *stop-loss*, a exemplo de Abraham (2013), Clenow (2013) e Tharp (2008), no entanto o valor do *stop-loss* (ATR) se estiver muito perto dos movimentos do ativo, pode ser acionado mesmo sem que o preço do ativo esteja em uma reversão. Por outro lado, caso o *stop* esteja muito distante, o *trader* obterá perdas antes de sair da posição. Sendo assim, para evitar situações deste tipo Tharp (2013) afirma que o valor do ATR deve ser multiplicado por uma constante.

## 2.8 Risco e Gestão do dinheiro

Faith (2007) trata a gestão do dinheiro como uma forma de manter o risco de perda em nível tolerável em determinado *trade*, enquanto se maximiza seu potencial de lucro, escolhendo um número apropriado de ações ou contratos, ao que se refere ao dimensionamento de posição (*position size*), de modo a limitar o tamanho agregado da posição para controlar a exposição a quedas acentuadas ou sucessivas nos preços.

Tharp (2008) afirma que "o *position size* (o que alguns chamam de gerenciamento do dinheiro) é a parte do seu sistema de negociação que diz "quantos" ou "quanto" (p.85). O "quantos" referido por Tharp (2008), trata-se do valor em dinheiro ou a quantidade de ações/contratos que precisam ser determinados, de modo que o investidor possa alocar em um investimento em dado momento. Já o "quanto" refere-se ao risco em que o investidor estar disposto a tomar em dada posição.

Abraham (2013) aborda o risco como uma questão do quanto do capital investido em um *trade* pode se perder, de modo que para minimizar grandes perdas é necessário levar em conta o gerenciamento do dinheiro, pois pode permitir que o "negociador sobreviva" os períodos ruins do mercado, de modo a possibilitar o potencial de lucrar a longo prazo. Abraham (2013) apresenta que o *position size* é indiscutivelmente um dos elementos mais críticos e importantes para determinar o sucesso do comerciante.

Clenow (2013) alerta que sem uma fórmula de dimensionamento de posição "decente" não importa o quão bom são as regras comerciais (estratégias de negociação), sendo assim,

encontrar uma maneira de determinar o dimensionamento de posição é de grande relevância em um sistema de negociação, de modo que trabalhe em consonância com as regras de negociação pré-estabelecidas, para proporcionar posições lucrativas com um risco tolerável.

Assim como Clenow (2013), Pardo (2008) aborda a respeito dos profissionais que atuam de forma estratégica no mercado, os quais têm como princípio fundamental em suas negociações o dimensionamento de posição, tendo como o elemento mais importante que as demais estratégias de negociação.

Diante da importância dada ao *position size* pelos operadores considerados profissionais por Pardo (2008), é sugerido que talvez seja mais produtivo ao elaborar uma estratégia de negociação, encontrar um princípio de dimensionamento mais eficaz do que gastar uma grande parte do tempo tentando melhorar as entradas e saídas da estratégia de investimento.

Outro elemento importante para minimizar o risco e ampliar a lucratividade no mercado segundo Clenow (2013) e Faith (2007), é a diversificação de ativos e mercados em que o investidor pode operar, no entanto é necessário cautela por parte do investidor ao diversificar o conjunto de ativos e mercados considerados.

Clenow (2013) afirma que muitas vezes há um conflito de escolha (“*trade-off*”) entre o número de mercados e a complexidade da estratégia. Mais mercados pode aumentar a diversificação e criar mais oportunidades comerciais, porém a adição de muitos mercados ou ativos pode complicar a estratégia e seu lado operacional. Para sanar este conflito é necessário a realização de simulações da estratégia utilizada, na busca de verificar a sua capacidade em operar em diferentes mercados e ou ativos.

Diante do exposto, determinar o *position size* adequado antes da realização de um *trade* pode gerar impacto muito positivo nos resultados comerciais. O *position size* é ajustado para refletir o risco envolvido em uma dada posição comercial, sendo importante para o investidor/operador considerar também a diversificação dos mercados e ou ativos para minimizar os riscos, embora possa ter limitações, como por exemplo o capital disponível e a estratégia de negociação considerada para a realizações das transações no mercado de renda variável.

### 2.8.1 *Position size* com base no risco

Uma das técnicas mais populares de dimensionamento de posição é o método baseado no risco de Tharp (2008). Este método utiliza de um *stop loss* pré-estabelecido entre as estratégias de negociação.

Vimos na seção (2.8) que risco pode ser entendido como uma questão do quanto do capital investido em um determinado *trade* pode se perder. Além de determinarmos um *position size* na estratégia de negociação para minimizar o risco, podemos limitar as perdas através de um *stop loss*.

O método de *position size* de Tharp (2008) baseado no risco, determina o valor a ser arriscado em uma dada posição, baseando-se em um *stop loss* dinâmico que varia ao longo das movimentações dos preços do ativo considerado para a realização da transação.

Ao considerarmos as diretrizes estabelecidas por Tharp (2008), elaboramos o *stop loss* que é dado pela Equação 8.

$$\text{stop loss} = k \cdot ATR_t(n) \quad (8)$$

Onde,

- $k$  é uma constante;
- $n$  é o número de preços observados no período  $t$ ;
- $ATR_t$  é a média de amplitude de variação para o período  $t$ .

Diante do *stop loss*, temos o *position size* utilizado para negociações no mercado de ações, determinado pela Equação 9 (baseada em Tharp (2008)).

$$\Omega = \frac{\varepsilon \cdot p}{k \cdot ATR_t(n)} \quad (9)$$

Sendo  $\Omega$  o dimensionamento de posição dado em termos percentuais a ser calculado sobre o capital disponível para a realização de um *trade*. Já  $\varepsilon$  é o risco da possibilidade de perda que o investidor tomará por *trade*. Enquanto  $p$  é o preço do ativo no momento da transação.

No caso de contratos futuros, é necessário levar em consideração no cálculo do *position size* a margem de depósito do contrato, bem como o *point value* do ativo considerado para a realização

da transação. Sendo assim, a Equação 9, também baseada em Tharp (2008), é modificada para negociações no mercado de futuros.<sup>10</sup>

$$\varphi = \frac{\varepsilon \cdot \tau}{[k \cdot ATR_t(n)] \cdot \mu} \quad (10)$$

Sendo,

- $\varphi$  o dimensionamento de posição dado em termos percentuais a ser calculado sobre o capital disponível para a realização de um *trade* em um ativo de contrato futuro;
- $\varepsilon$  é o risco da possibilidade de perda que o investidor tomará por *trade*;
- $\tau$  é o valor da margem do ativo no momento da transação;
- $\mu$  é o *point value* do ativo;
- $k \cdot ATR_t(n)$  é o *stop loss* considerado, o qual foi demonstrado na Equação (8).

No presente trabalho utilizamos do *stop loss* determinado pela a Equação (8), tanto para as negociações em ativos de futuros como para ações. As Equações (9) e (10) também foram implementados no escopo dos sistemas de negociações propostos, para os seus respectivos mercados (ações e futuros).

## 2.9 Trabalhos relacionados

Ao longo do tempo, diversos operadores do mercado de renda variável, utilizaram técnicas de negociação baseadas na filosofia do *trend following*, tendo como um dos pioneiros Livermore (1877-1940), o qual negociava em ações. Ele defendeu formas de compra e venda específicas com base em análises da tendência percebida.

Pode surpreender muitos ao saber que no meu método de negociação, quando vejo pelos meus registros que uma tendência ascendente está em andamento, Eu me torno um comprador assim que uma ação obtém uma nova alta em seu movimento, depois de ter tido uma reação. O mesmo se aplica sempre que eu ocupe uma posição *short*. Por quê? Porque eu estou seguindo a tendência do momento. Meus registros sinalizam-me para ir em frente! (Livermore, 1940, p.20).

Com o advento da tecnologia computacional, foi possibilitado aos operadores de mercados uma melhor análise sobre seus investimentos, haja vista que os mesmos poderiam operar em diferentes mercados, nos mais variados classes de ativos, com uma melhor precisão através de

---

<sup>10</sup> As margens e *point-value*, levados em conta no presente trabalho, foram obtidos em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/>>. Acesso 23/03/2018.

sistemas de negociação, possibilitando aperfeiçoar a rentabilidade sobre o capital aplicado, sobretudo quando o sistema tem como base técnicas do *trend following*.

De acordo com Abraham (2013), Covel (2014) e Schwager (2012) os seguidores de tendências obtiveram sucesso no mercado, por utilizar *trading systems* baseados apenas nas movimentações dos preços, investindo em longo prazo, gerenciando de forma positiva suas posições compradas ou a venda a descoberto, focando na tendência percebida. Deste modo, foi necessária a utilização da tecnologia computacional para implementar e avaliar sistemas de negociações.

Estudos realizados por Ostgaard (2008), apontam trabalhos pioneiros que trataram de métodos de acompanhar tendências em ações e *commodities*. No entanto, Ostgaard (2008) aborda sobre a escassez de pesquisas que tratam sobre a história das técnicas e teorias relacionadas em seguir tendências.

Ostgaard (2008) considera ainda, que todo bom método de acompanhamento de tendências deve limitar-se automaticamente a perda em qualquer posição, *short* ou *long*, sem limitar o ganho, sendo necessário estudos para propor e avaliar a filosofia do *trend following*.

Wilcox *et al.* (2005) analisou a eficácia de um sistema desenvolvido para acompanhar tendências no mercado de ações dos Estados Unidos, considerando como amostra as ações de companhias que foram “delistadas” da bolsa do referido mercado no período de 1983 à 2004, na busca de analisar a capacidade dos métodos desenvolvidos no sistema em mostrar a queda destas empresas e sua falência na tentativa de considerar uma posição lucrativa por parte do investidor.

Os resultados demonstrados pelo sistema de negociação de Wilcox *et al.* (2005), foram superiores quando comparado a estratégia *buy-and-hold*, o qual concluiu que há evidências que sistemas de negociações baseados no *trend following*, podem funcionar bem para operar no mercado de ações.

Clare *et al.* (2015) buscou examinar a eficácia do *trend following* nos mais variados classes de ativos, de modo que verificou que as estratégias desenvolvidas desempenharam um resultado substancial frente a estratégia *buy-and-hold*, corroborando com os resultados determinados pelo sistema desenvolvido por Wilcox *et al.* (2005).

O trabalho realizado por Szakmary *et al.* (2010), analisou uma estratégia baseada em métodos fundamentados na filosofia do *trend following*, com o objetivo de explicar o desempenho em relação à rentabilidade decorrente da aplicação de estratégias de acompanhamento de tendências em *commodities*.

Szakmary *et al.* (2010) utilizou séries históricas de dados mensais abrangendo um período de 48 anos em 28 *commodities* negociados no mercado de futuros dos Estados Unidos da América (EUA), de modo que obteve-se resultados positivos em relação ao retorno líquido médio em 22 dos 28 *commodities* analisados.

A estratégia desenvolvida por Szakmary *et al.* (2010) obteve retorno superior, quando comparada a estratégia de *momentum*, a qual consiste em montar carteiras com os ativos que apresentaram as maiores valorizações de preço dentro de um determinado período, sobre a hipótese de que esses ativos continuarão apresentando performance superior aos demais ativos listados na bolsa de valores.

A estratégia de *momentum* é uma regra simples de negociação que envolve tomar uma posição de investimento *long* na classificação ordenada, relativamente de bons ativos rentáveis (vencedores) e uma posição *short* naqueles que tenham mal desempenho (perdedores) no mesmo horizonte de investimento. É uma aposta explícita sobre a continuação do desempenho em relação passado para o futuro. (CLARE *et al.*, 2014, p.5).

Estratégias de negociação desenvolvidas por Clare *et al.* (2014), baseadas em seguir tendências para negociações *long-short* no mercado de *commodities*, também mostraram resultados superiores quando considerado o risco comparado com estratégias de *momentum* no mercado de futuros dos Estados Unidos, corroborando com os resultados demonstrados por Szakmary *et al.* (2010).

Resultados determinados por Hurst *et al.* (2013), demonstraram a eficácia de uma estratégia fundamentada no *trend following*, analisando-se um conjunto de *commodities*, índices de futuros e moedas, obtendo-se retornos positivos nas operações nos períodos em que o mercado esteve com movimento de alta bem como em momentos de declínio.

Já Fong (2011), definiu regras baseadas na filosofia do *trend following*, para o desenvolvimento de dois sistemas seguidores de tendências, aplicados ao índice de contrato futuro em *commodities* da bolsa de Hong Kong, os quais obtiveram resultados positivos.

Fong (2011) considerou como fundamentos para os sistemas desenvolvidos, o quanto de dinheiro deveria ser empregado em cada *trade*, na busca de minimizar o risco em momentos de

maior volatilidade do mercado, com entradas parciais não comprometendo todo o capital disponível. Considerou-se o preço, como o principal elemento para a entrada ou saída em um determinado posicionamento.

Em um dos sistemas, Fong (2011) implementou o índice de força relativa, para considerar a ordem de compra e venda, o que tornou o sistema mais dinâmico, adaptando-o para as variações dos preços em que o mercado estava sujeito.

Estudos realizados por Hurst *et al.* (2012), analisaram o desempenho do *trend following* em investimentos de diferentes mercados mundiais, considerando series históricas de índice de ações, *commodities*, moedas e títulos, que abrangeram de janeiro de 1903 a junho de 2012, consideradas para construção de uma carteira hipotética.

As estratégias desenvolvidas por Hurst *et al.* (2012), demonstraram resultados positivos, evidenciando que a filosofia do *trend following* em operações ao longo do tempo considerado, permitiria ao um operador do mercado de renda variável, resultados significativos, caso optasse pela a estratégia de seguir tendências.

Apesar das evidências demonstradas por Hurst *et al.* (2012), o mesmo ainda coloca em dúvida o desempenho contínuo das estratégias analisadas, levando-se em conta que nos três últimos anos considerados no estudo, os resultados não foram significativos, no ponto de vista da rentabilidade proporcionada, diante da perda da eficiência das estratégias estabelecidas sobre a análise de acompanhamento dos preços do mercado.

Estratégias de *trend following* obtiveram bons resultados ao longo dos últimos 110 anos, *drawdowns* recentes têm levado a algumas preocupações sobre o ambiente atual para a estratégia. Em primeiro lugar, os ativos sobre gestão dessas estratégias têm crescido rapidamente ao longo das últimas duas décadas e a concorrência poderia potencialmente obter retornos futuros inferiores. Em segundo lugar, nos últimos três anos tem havido uma falta de tendências claras - e até mesmo uma série de inversões de tendências nítidas - o que levanta a questão de saber se o ambiente econômico atual é simplesmente pior para a estratégia. (HURST *et al.*, 2012, p.9).

A consideração realizada por Hurst *et al.* (2012), a respeito da estratégia apresentada, contrasta com as evidências apresentadas na literatura, quando consideradas estratégias baseadas na filosofia do *trend following*. A dúvida deferida e que põe em questão a validade da estratégia proposta, para realizar em operações em tempo real, pode estar ligada ao fato que foi considerada uma estratégia específica em vez de considerar um sistema de negociação amplo.

Covel (2014) fala da importância da utilização de um conjunto de estratégias, que possibilitem o dinamismo e adequação as diversas variantes em que os mercados estão sujeitos ao longo do

tempo, e não focar em uma estratégia específica, mas sim em uma combinação de estratégias que forme um sistema dinâmico de negociação. Propósito considerado no presente estudo.

Clenow (2013) aborda sobre as características essenciais de um sistema de negociação baseado no *trend following*, o qual apresenta cinco pontos que são cruciais na estratégia de investimento para operar em mercado de futuros.

O primeiro ponto apresentado por Clenow (2013), é a diversificação de investimentos em classes de ativos e mercados. No entanto, é considerado que a determinação do número de mercados a serem operados pelo investidor, dependerá da complexidade da estratégia ou do sistema utilizado.

Muitas vezes há um dilema entre o número de mercados e da complexidade da estratégia. Mais mercados podem aumentar a diversificação e criar mais oportunidades comerciais, mas a adição de forma demasiada vai complicar a sua estratégia e seu lado operacional. (CLENOW, 2013, p.48).

O segundo ponto a ser considerado em um sistema de negociação, no conjunto de estratégias de acordo com Clenow (2013), é o *position size*, sendo importante a determinação de uma maneira em calcular tamanhos de posições com base na volatilidade; o terceiro ponto fundamental é escolher a periodicidade a verificar as tendências: diária, semanal ou mensal, etc.

O quarto ponto a ser considerado é o manejo de risco, de modo a ponderar risco *versus* retorno. O quinto e último ponto considerado por Clenow (2013), é a necessidade de considerar uma estratégia ou múltiplas estratégias, embora que os resultados a longo prazo tendam a ser semelhantes. No entanto, em situações de operar com apenas uma estratégia, como verificado no caso de Hurst *et al.* (2012), pode levar a uma certa perda da capacidade operacional em acompanhar as tendências e gerar sinais relevantes para a tomada de decisões de compra e venda.

Faith (2007) e Covell (2014) corroboram com as características apontadas por Clenow (2013), a respeito dos elementos essenciais para um sistema de negociação baseados na filosofia do *trend following*, destarte o presente estudo considera esses elementos característicos na construção dos sistemas de negociações propostos, levando em conta o mercado brasileiro.

Diante do exposto, o presente estudo tem como diferencial em relação aos trabalhos apresentados, uma combinação de estratégias com os mais variados indicadores técnicos apresentados na seção (2.7), formando-se quatro *trading systems* seguidores de tendências, dois



analisados em operações no mercado de ações e os outros dois avaliados no mercado de futuros, da BM&FBOVESPA.

A escassez de trabalhos relacionados a filosofia do *trend following* no mercado de renda variável do Brasil, torna o presente estudo um dos pioneiros em que se propôs a desenvolver e avaliar sistemas de negociação baseados na filosofia do *trend following* no mercado brasileiro. Trazendo para a comunidade acadêmica uma discussão em torno da eficiência e eficácia de *trading systems* seguidores de tendências, no mercado de ações e futuros da Bolsa de Valores do Brasil.

## Capítulo 3

### Metodologia

Neste capítulo, serão apresentados os métodos e estratégias determinadas para o desenvolvimento dos *trading systems* seguidores de tendências, é demonstrado o delineamento da pesquisa, matérias e procedimentos, gerenciamento de posição, população e amostra, utilizados nos sistemas desenvolvidos no presente estudo.

#### 3.1 Delineamento da Pesquisa

O método de investigação utilizado no presente trabalho, foi a de pesquisa de levantamento. Segundo Creswell (2003), uma pesquisa de levantamento resulta em descrição quantitativa ou numérica de tendências, atitudes e opiniões de uma população, por meio do estudo de uma ou mais amostras. Deste modo, o método empregado na pesquisa de levantamento permite que o pesquisador generalize os resultados encontrados, por meio da amostra para toda a população.

A generalização na pesquisa de levantamento está ligada à possibilidade de fazer conexões com outras partes não estudadas e também outros casos. Segundo Sellitiz *et al.* (1987), nenhuma outra estratégia se iguala a força da pesquisa de levantamento em seu potencial de obtenção de validade externa.

#### 3.2 População e Amostra

A população deste estudo constitui-se de ativos negociados na Bolsa de Valores de Mercadorias e Futuros de São Paulo. Foram selecionadas para amostra séries históricas de preços de cotações do final de dia (preço de fechamento do ativo ao final do pregão diário) formando-se um conjunto de 584 ativos de ações no período de 01 de janeiro de 1995 à 31 de dezembro de 2014.

Foi considerada também como amostra, as séries históricas de preços dos ativos negociados no mercado de futuros da BM&FBOVESPA, no período de janeiro de 2000 à dezembro de 2014, intervalo distinto ao determinado para o mercado de ações por conta da não disponibilidade de

dados para análises anterior ao ano de 2000, no caso de futuros. Os ativos negociados no mercado de futuros considerados no presente estudo são citados a seguir:

- *Commodities*: Boi gordo, milho, café arábica e soja;
- Índice: mini-Ibovespa;
- Mini-contratos: Contrato Futuro Mini de Dólar Americano Comercial e petróleo.

A escolha dos ativos discriminados nos três tópicos acima, ocorreu por conta da periodicidade das séries históricas disponíveis para análise, pois encontrou-se apenas séries completas de contratos futuros dos referidos ativos, respeitando-se o intervalo considerado para a amostra.

No presente estudo buscou-se considerar um conjunto de séries de preços com maior intervalo de tempo possível, pois para analisarmos o comportamento dos algoritmos precisávamos de séries históricas mais completas possíveis, objetivando a realização da otimização no *in-sample* (histórico das cotações para teste) e simulação na parte *out-sample* (historico de cotações para aplicação), dos sistemas.

Na Tabela 3.1, apresentaremos os símbolos utilizados pela BM&FBOBESPA para a realização da negociação dos ativos dos contratos futuros utilizados como amostra no presente trabalho.

**Tabela 3.1** – Relação dos ativos utilizados como amostra

<b>Símbolos</b>	<b>Ativos</b>
BGI	Boi gordo
CCM	Milho (liquidação financeira)
CNI	Milho (entrega física)
ICF	Café
SJC	Soja
WDL	Mini dolar
WDO	Mini dolar
WIN	Mini Ibovespa
WTI	Mini petróleo

### 3.3 Materiais e procedimentos

As séries históricas das cotações de ativos de ações foram obtidas através do programa WinstockChart<sup>11</sup>, pois este programa permitiu baixar os dados fornecidos pela BMF&FBOVESPA considerando as correções automáticas das séries históricas em função dos eventos e proventos ocorridos, como por exemplo, o pagamento de dividendos e bonificações. Já para a obtenção das séries históricas de contratos futuros, compramos o pacote de dados fornecidos pela QuoteBr<sup>12</sup>.

Para alcançar o objetivo geral do presente estudo, foi utilizado o programa Amibroker<sup>13</sup> como ferramenta para a realização da implementação dos algoritmos para os *trading systems* propostos, definindo os métodos de ordem de compra e venda, quanto comprar ou quanto vender em dado momento, bem como para determinar o gerenciamento de risco e de posicionamento, realizando otimizações e simulações (*backtests*).

Na perspectiva de determinar os parâmetros e estratégias de negociação, foram realizadas otimizações com base nos dez primeiros anos (01 de janeiro de 1995 à 31 de dezembro de 2004), ou seja, com base na parte *in-sample* da amostra das séries históricas de ações, buscou-se modelar os *trading systems* propostos no presente estudo para a avaliação em operações no mercado de ações.

Diante dos sistemas com as devidas configurações estabelecidas na otimização, utilizamos a parte da amostra correspondente ao *out-sample* (01 de janeiro de 2005 à 31 de dezembro de 2014) para a realização da simulação em operações em ativos do mercado de ações.

De forma similar a metodologia empregada para a modelagem dos *trading systems* para operações no mercado de ações, procedemos para o desenvolvimento dos *trading systems* para o mercado de futuros. No entanto, a parte da amostra considerada como *in-sample*, em que levou-se em conta para a realização da otimização, correspondeu ao período de janeiro de 2000 à dezembro de 2007 das séries históricas dos ativos do mercado de contratos futuros, estabelecidos como amostra no presente estudo, visto que o mercado de contratos é

---

<sup>11</sup> Disponível em: <[http://www.winstockchart.com.br/asp30/30\\_0001\\_Index.asp](http://www.winstockchart.com.br/asp30/30_0001_Index.asp)>. Acesso em 20/02/2016.

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://www.quotebr.com/comprarbd.htm>>. Acesso em 10/04/2017

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://www.amibroker.com/>>. Acesso em 11/12/2017.

relativamente recente no Brasil, não há um histórico para os contratos utilizados anterior a esta data.

Já a parte *out-sample* considerada para a realização do *backtest*, correspondeu aos últimos sete anos da amostra considerada (janeiro de 2008 à dezembro de 2014). É importante frisar que as séries históricas de ativos de contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA, obtidas para o presente estudo, dataram a partir do ano de 2000 ao ano de 2014, diferente das séries históricas das ações, as quais dataram de 1995 ao final de 2014. Sendo assim, as periodicidades consideradas como *in-sample* e *out-sample* para ambos os mercados foram distintos.

A dinâmica considerada para o tratamento dos dados em comparar o comportamento dos *trading systems* nos períodos, otimizado e pós otimização, leva-se em consideração a suposição de que poderia ocorrer uma “super-otimização” (*overfitting*), o que poderia caracterizar uma inconsistência dos sistemas no período do *backtest*, de modo a não corresponder ao dinamismo real do mercado.

Os resultados demonstrados pelos sistemas de negociação seguidores de tendências que são propostos no presente estudo, para negociação *long* no mercado de ações são comparados com a estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

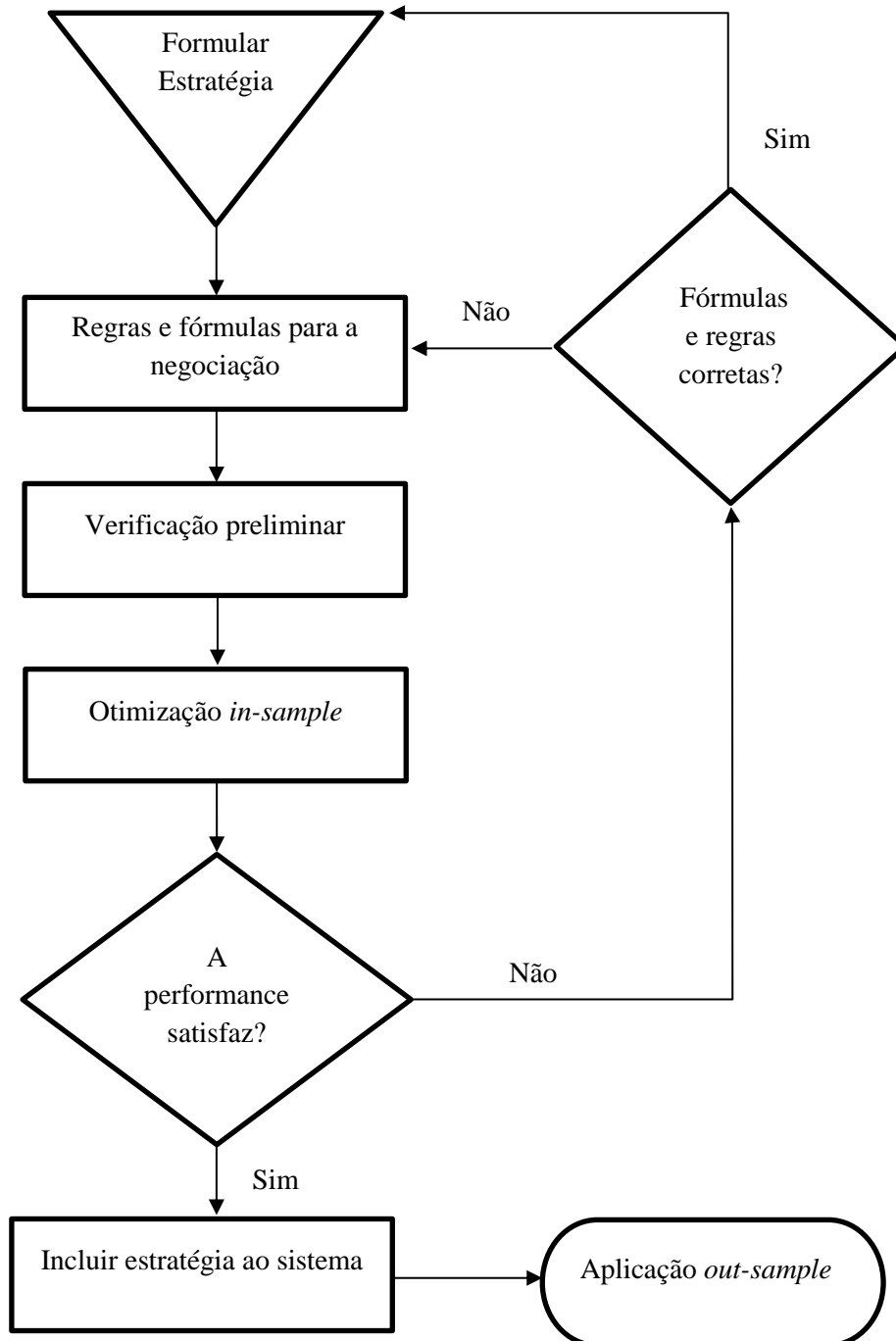
A metodologia empregada em analisar os comportamentos dos sistemas do mercado de ações frente a estratégia *buy-and-hold* no índice, se dá por conta das evidências encontradas na literatura, como trabalhos desenvolvidos por Wilcox *et al* (2005) e Clare (2015), os quais avaliaram performances de sistemas de *trend following* diante da estratégia de *buy-and-hold*.

Sobre a hipótese que mesmo diante do trabalho empenhado, tempo e da análise necessária por um investidor, para o desenvolvimento de *trading systems* seguidores de tendências, seria mais lucrativo que tão somente comprar e manter no índice das ações, pois se o índice é composto por supostos melhores ativos do mercado de ações, a longo prazo o investidor que optar por esta estratégia pode obter lucro sem ter muito trabalho em desenvolver *trading systems* e realizar a manutenção da carteira de forma constante.

Os sistemas propostos para negociações no mercado de futuros tiveram suas performances comparadas em operações *long* diante das operações *long-short*, de modo que buscou-se avaliar qual das duas estratégias é mais vantajosa para um *trading system* seguidor de tendências, tendo em vista as análises demonstradas por Clenow (2013) que considera os ativos desse mercado menos correlacionados, o que pode tornar uma independência entre as operações *long* e *short*.

Na Figura 3.1, é apresentado o fluxograma que representa a modelagem para a formatação das estratégias de negociação a serem estabelecidas em um sistema de negociação, metodologia empregada para configurar os *trading systems* propostos no presente estudo.

**Figura 3.1:** Modelagem para determinar estratégias de negociação.



Fonte: Própria.

### 3.4 *Trading systems* propostos

Nesta seção serão apresentados os sistemas de negociação propostos. O *Trading Systems* I e II, foram desenvolvidos e avaliados para negociação *long* no mercado de ações em operações semanais, e terão suas estratégias descritas, respectivamente nas subseções (3.4.1) e (3.4.2). Já os *Trading Systems* III e IV foram aplicados para a análise no mercado de contratos futuros em operações *long* e *long-short*, em negociações diárias, e terão suas estratégias descritas nas subseções (3.4.3) e (3.4.4).

Determinamos avaliar as negociações em ações através de apenas operações *long*, por levarmos em conta as considerações realizadas por Clenow (2015), o qual sinaliza que operar *short* em ações se torna mais arriscada. Diferente da decisão tomada para as operações através dos sistemas de negociações para contratos do mercado de futuros, neste caso consideramos operações *long* e *short* no diário, por entendermos que os ativos desse mercado são menos correlacionados o que pode tornar uma independência entre as operações *long* e *short*, como aponta Clenow (2013), o que pode possibilitar uma maior diversificação na carteira e menos risco.

#### 3.4.1 *Trading System I*

O *Trading System* I proposto no presente estudo, tem como pressuposto analisar os preços em diferentes escalas de tempo com cotações de final de dia, analisando o aspecto das movimentações dos preços nas escalas, semanal e mensal. A intenção é a de examinar um período temporal mais longo para determinar a tendência principal e negociar no período mais curto. Ed Seykota<sup>14</sup>, um dos grandes nomes do *trend following*, também utiliza de análises em diferentes escalas de tempo, como pode ser verificado em Covel (2014).

São utilizados no *Trading System* I, os seguintes indicadores técnicos:

- MACD – os parâmetros de combinação para este indicador serão 12, 26 e 9, que representam respectivamente, o período curto para o cálculo da média móvel

---

<sup>14</sup> No Apêndice A, é apresentado o perfil de Ed Seykota enquanto seguidor de tendências no mercado de renda variável.

exponencial, o período longo e o período para o cálculo da média lenta (ver subseção 2.7.2). Estratégia sugerida por Elder (2004), Appel (2005), Chen *et al.* (2008) e Eric *et al.* (2009);

- *Hilo-activator* – consistirá no cálculo das médias móveis simples das máximas e mínimas obtidas nas cotações dos preços anteriores. Os períodos para o cálculo das médias serão determinados através de otimizações, tendo como base os 10 primeiros anos da amostra. Espera-se que o *hilo-activator* defina a volatilidade dos ativos operados e funcione como *stop* manual dos *trades*, como estratégia estabelecida por Krausz (1998) e Adrião (2009);
- Média Móvel Exponencial – servirá como um qualificador da tendência, juntamente com o MACD. O cálculo da média móvel exponencial será de nove períodos como sugerido por Queji *et al.* (2011);
- Volume de negócios - fornecerá uma ligação importante sobre a magnitude dos preços e seu dinamismo, o que pode auxiliar na percepção de tendências, como aponta Gagnon e Kasolvi (2009). O volume de ações negociadas na semana, do ativo considerado, deverá ser maior que a média móvel simples do volume do mesmo ativo calculada em um intervalo otimizado, sendo aplicado sobre a média um fator determinado através de otimização (de acordo ao período de amostra *in-sample*);
- Índice de Força Relativa do inglês (*Relative Strength Index* - RSI): a utilização deste indicador se dará na perspectiva de que se consiga escolher ativos que estejam em forte tendência de alta. Dentre estes, o algoritmo irá selecionar as ações com o RSI abaixo de 30 o que pode demonstrar uma situação de “sobrevenda”, esta estratégia é baseada em Anderson *et al.* (2015). Para o cálculo do RSI será utilizado o valor padrão 14, sugerido por Wilder (1978);
- ATR: será considerado como estratégia de *stop-loss*, aplicando-se sobre o seu valor uma constante *k* determinado em *in-sample*, assim como sugerido por Tharp (2008). Este indicador também faz parte do *position size*, baseando-se em Tharp (2008), Abraham (2013) e Clenow (2013).

Os indicadores informados nos tópicos anteriores fazem parte do conjunto de métodos e estratégias de maneira a gerar sinalizações de entrada ou saída de uma posição, na composição da carteira hipotética, as quais são consideradas nos finais dos pregões semanais, devendo a ordem de entrada ou saída de uma dada posição, ocorrer na abertura mais próxima.



Na prática, o investidor que operar com *Trading System I*, analisará as movimentações e os sinais gerados pelo sistema ao final do pregão semanal e enviará o comando de venda ou compra para a corretora na abertura do primeiro dia da semana de negociações na bolsa de valores.

Foram determinadas seis estratégias para condicionar a geração do sinal de compra, as quais serão listadas a seguir:

1. Selecionar os ativos com o RSI abaixo de 30, calculado para quatorze semanas, e escalonar na forma decrescente, como sugerido por Anderson *et al.* (2015), posteriormente os demais filtros deverão ser aplicados;
2. Deverão ser consideradas as médias móveis simples das mínimas e máximas (o *hilo-activator*) dos preços no intervalo determinado, de modo que só poderá comprar se o preço de fechamento atual do ativo ao final do pregão semanal estiver acima da média dos preços máximos obtidos no intervalo considerado. Deste modo, para ocorrer o sinal de compra o preço de fechamento semanal, deve estar acima da média das máximas alcançadas nas semanas anteriores no intervalo pré-estabelecido, excluindo o *candle* (barra de preço) vigente. No caso em que o preço de fechamento semanal estiver abaixo da média de preços das mínimas obtidas pelo ativo no período considerado, deve-se fechar a posição. Estratégia baseada em Krausz (1998) e Adrião (2009);
3. A média móvel exponencial dos fechamentos das últimas nove semanas, incluindo a barra vigente, deverá ser maior que a média móvel exponencial dos fechamentos, calculada no intervalo de nove semanas anteriores a barra atual. Espera-se que se evite a compra de ativos que estejam em queda de preços nas últimas nove semanas. Para a formulação desta estratégia levou-se em consideração os resultados de Queji *et al.* (2011);
4. Os valores dos MACDs nas escalas, semanal e mensal, devem estar acima do valor da média móvel exponencial de nove períodos determinada na linha de sinal do MACD, calculada na periodicidade semanal e mensal, ou seja, a linha de sinal do MACD deve estar acima da linha do MACD, como descrito na subseção (2.7.2). Essa é a condição de percepção de uma tendência de alta;
5. O volume de ações negociadas na semana, do ativo considerado, deverá ser maior que a média móvel simples do volume do mesmo ativo, calculada em um intervalo de dezesseis semanas, sendo aplicado sobre a média um fator no valor de 1,5 (uma vírgula cinco), ambos os valores, o intervalo de semanas e o seu fator, foram determinados através de otimização;

6. Fará parte da carteira apenas ativos que tenha o preço de fechamento semanal da ação, acima de dois reais e caso o volume de negócios do ativo esteja acima de vinte mil, pois o propósito é realizar compra nos ativos mais líquidos da Bolsa de Valores.

Será considerado pelo *Trading System I* como sinal de saída da posição comprada, quando o preço de fechamento semanal de determinado ativo que faz parte da carteira, estiver abaixo do *hilo-activator*, ou seja, quando a média simples das últimas cotações máximas de um determinado ativo, estiver acima do preço de fechamento. Isso sinaliza um sinal de queda nos preços, deste modo o sistema gera a saída da posição comprada (verificar a subseção 2.7.3).

Outra forma de saída de uma posição *long*, do *Trading System I*, é o *stop loss*<sup>15</sup> para negociações no mercado de ações, tratado na Equação (8) da subseção (2.8.1). Sendo assim, determinamos para o *Trading System I* (e para o *Trading System II*) o seguinte *stop loss*:

- comparar o preço de compra com preço atual da ação, caso este último esteja abaixo do dobro do ATR calculado sobre os 20 últimos fechamentos semanais anteriores a compra, deve-se fechar posição. Por exemplo, se o preço de compra foi de R\$ 12,50 e o ATR determinado no dia da compra tenha sido de R\$ 1,50 (calculado sobre os 20 últimos fechamentos semanais em relação ao dia de compra), teremos o dobro do ATR igual a R\$ 3,00, sendo assim, se o preço atual da ação seja menor a R\$ 9,50 (R\$ 12,50 - R\$ 3,00) é gerado o *stop*.

O ativo em que o sistema gerar o sinal de venda, será excluído da carteira e substituído por um novo que esteja respeitando as regras condicionantes para realização da compra, descritas nas condições de (1- 6) da presente subseção.

O *position size* considerado para o *Trading System I* e II, é o sugerido por Tharp (2008), determinado pela Equação (9) e descrito na subseção (2.8.1) do presente trabalho. O qual leva em conta o ATR como instrumento de avaliação para determinar o valor do capital disponível a ser considerado em um *trade*.

Dos ativos acompanhados e determinados pela amostra, o *Trading System I* analisará e comporá a carteira com os ativos que estiverem com as movimentações dos preços no âmbito

---

<sup>15</sup> *stop loss* =  $k \cdot ATR(n)$ , para os *trading systems* propostos para as negociações no mercado de ações consideramos este *stop loss*, e para tanto determinamos  $k = 2$  e  $n = 20$ .

especificado pelos métodos de compra, incluindo no máximo 20 ativos de ações para a carteira hipotética.

Diante da quantidade de filtros e parâmetros utilizados nas condições de compra descritas, bem como do custo de tempo, foi necessário criar estratégias para realizar a otimização no *Trading System I*, de modo a também evitar uma “super otimização do algoritmo”.

Realizou-se a otimização apenas dos parâmetros do: *hilo-activator*; intervalo de semanas para o cálculo da média do volume e seu fator. Buscou-se uma combinação que gerasse a melhor relação CAR/MDD (retorno médio anual acumulado sobre o máximo *drawdown* obtido pelo sistema de negociação).

Ao determinar os parâmetros do *hilo-activator* e os que compõem a estratégia do volume, adicionou-se ao sistema, filtro a filtro, na perspectiva de avaliar a influência de cada filtro no comportamento do sistema. De modo, que se avaliou a influência de cada estratégia/filtro das condições de compra (1-6) na seção 4.1 do capítulo 4.

### 3.4.2 *Trading System II*

O *Trading System II* tem como pressuposto realizar compras em ativos de ações que obtiveram novas altas em seus preços ao longo de um intervalo considerável em semanas, ou seja, espera-se que o *Trading System II* sirva como um seguidor de tendências e filtre apenas as ações que romperam seus preços máximos ao longo do tempo, detectando uma tendência pré-estabelecida.

Os indicadores considerados para o conjunto de estratégias do *Trading System II* são:

- Índice de Força Relativa: tem o mesmo objetivo ao ser considerado no *Trading System I*, em buscar os ativos que estejam em forte tendência de alta;
- Volume de negócios: deverá ser maior que a média móvel simples do volume do mesmo ativo, sendo aplicado um fator otimizado sobre a média do volume;
- Média móvel simples: será utilizada na condição de compra do volume em tendência de alta em relação à sua média móvel simples otimizada;
- MACD – são utilizados a combinação de parâmetros sugeridas como padrão por Elder (2004), Appel (2005), Chen *et al.* (2008) e Eric *et al.* (2009).

Farão parte do *Trading System II* os quatro indicadores descritos acima, o índice de força relativa, a média móvel simples, MACD e o volume, os quais trabalharão em consonância no conjunto de estratégias de maneira a perceber uma tendência pré-estabelecida e acompanhá-las, operando comprado em um movimento altista e fechando posição quando as evidências mostrarem uma tendência de baixa nos preços das ações.

O investidor que operar com o *Trading System II*, analisará as movimentações e os sinais gerados pelo sistema e enviará ordem de compra ou venda para a corretora na abertura do próximo dia de negociações na bolsa de valores.

As estratégias estabelecidas como métodos no *Trading System II* serão descritas a seguir:

1. Deverão ser escalonadas em ordem decrescente os ativos que estejam abaixo do valor 30 de índice de força relativa, calculado para quatorze semanas, posteriormente os demais filtros são aplicados (como no *Trading System I*);
2. Comprar as ações em que o preço do último fechamento semanal, seja superior ao preço máximo obtido pelo o ativo no intervalo de trinta e uma semanas (valor determinado através da otimização), estratégia de “rompimento” baseada em Clenow (2013) e Faith (2007);
3. O volume de ações negociadas do ativo ao final do pregão semanal, deve ser superior que o dobro da média móvel simples do volume de ações negociadas do mesmo ativo, em um intervalo de quatro semanas. O fator aplicado sobre o cálculo da média do volume bem como o intervalo das semanas, foram determinados através de otimização. Esta estratégia garantirá que se realize a compra apenas quando o valor do volume de negócios do ativo, na semana, esteja significativamente superior ao volume de negócios das últimas semanas (tem objetivo análogo aos outros sistemas, propostos);
4. Assim como no *Trading System I*, o *Trading System II* considera apenas ativos que tenha o preço de fechamento semanal da ação acima de dois reais e caso o volume de negócios do ativo esteja acima de vinte mil, o propósito é evitar compras em ativos de baixa liquidez;
5. A saída de uma posição se dará através do MACD, ou do limite de perda (*stop-loss*) a mesma utilizada como estratégia de saída pelo *Trading System I*;
6. O *position size* utilizado é o mesmo ao considerado pelo *Trading System I*.

Otimizou-se apenas o intervalo para considerar a nova máxima (rompimento) considerada na condição (2), bem como os parâmetros descritos na condição (3), ambas do tópico (3.4.2).

Considerou-se para a realização da otimização os dez primeiros anos da amostra, das séries de cotações históricas de preços, as quais compõem a amostra dos ativos de ações considerados no presente estudo. Sendo esta a principal estratégia do *Trading System II*, a qual é baseada em Clenow (2013) e Faith (2007).<sup>16</sup>

Posteriormente, simulou-se o *Trading System II* com os parâmetros já determinados, na perspectiva de verificar o seu comportamento nos dez últimos anos da amostra, correspondente ao intervalo de janeiro de 2005 à dezembro de 2014.

Os resultados a respeito da performance do *Trading System II* são demonstrados no capítulo 4, na seção 4.2 do presente estudo.

### 3.4.3 *Trading System III*

O *Trading System III* é proposto para operações no mercado de futuros da BM&FBOVESPA. Realizou-se uma nova configuração/adaptação do *Trading System I*, levando-se em conta o comportamento e condições impostas para as negociações no mercado de futuros, o que culminou no modelo proposto (*Trading System III*).

A formação do modelo ocorreu na medida que foram adicionados os filtros, assim como nos sistemas (I e II), de modo a avaliar o seu comportamento nas operações *long* e *long-short*. A metodologia empregada na formação do *Trading System III* se deu da seguinte maneira:

- Na otimização considerou-se no algoritmo o *position size* para negociações em futuros e o *stop loss*, descritos na subseção (2.8.1), baseados em Tharp (2008), bem como o *hilo-activator*, esse para a condição de compra e/ou venda (operações *long* ou *long-short*);
- Determinou-se para cada ativo um conjunto de parâmetros para o cálculo das médias dos preços máximos e preços mínimos, obtidos em cada ativo, determinando assim a configuração ótima para o *hilo-activator* de acordo o comportamento de cada ativo, considerando-se as séries históricas compreendidas entre dezembro de 2000 e dezembro de 2007;

---

<sup>16</sup> A otimização foi realizada na plataforma amibroker, onde todas as combinações dos intervalos propostos de todas variáveis foram otimizadas, de modo a aceitar os valores que maximizaram a relação retorno risco. De forma análoga, procedeu-se nas demais otimizações realizadas para a formatação dos demais sistemas

- Considerou-se ainda na otimização a determinação do número de dias a serem considerados para o cálculo da média do volume, bem como o seu fator;
- Após a determinação dos parâmetros descritos nos três tópicos anteriores, através da otimização, realizou a simulação em operações *long* e *long-short* em *out-sample*, adicionando os demais filtros de forma parcial e por conseguinte determinou-se o modelo final;
- As sinalizações para a compra, venda ou saída de uma posição, ocorreram no fechamento diário, de modo que a ordem acontecerá na abertura do próximo dia de negociação na Bolsa de Valores.

Diante da metodologia empregada nos tópicos anteriores para a formatação do *Trading System III*, formou-se as seguintes estratégias:

1. Realizar compras em ativos em que o preço de fechamento diário esteja acima da média dos preços máximos, obtidos no intervalo de dias determinado para o ativo considerado, ou seja, o *hilo-activator* deve estar em modo compra, como sugerido por Krausz (1998) e Adrião (2009);
2. O volume de negócios do ativo no dia, deve ser maior que a média do seu volume no intervalo considerado, para realizar-se a compra;
3. O MACD na escala diária deve estar em sinal de compra, da forma descrita na subseção (2.7.2), como sugerido por Elder (2004), Appel (2005), Chen *et al.* (2008) e Eric *et al.* (2009);
4. Para entrar na posição *short* o MACD na periodicidade diária deve estar no modo venda, diante dos resultados positivos de Elder (2004), Appel (2005), Chen *et al.* (2008) e Eric *et al.* (2009);
5. Para operar em *short* o *hilo-activator* deve estar em modo venda, o que ocorre quando o preço de fechamento diário estar abaixo da média dos preços mínimos obtidos pelo ativo no intervalo considerado, como estabelecido por Krausz (1998);
6. O *position size* utilizado é o determinado pela Equação (10), descrita na subseção (2.8.1), a qual trata do *position size* para operações em ativos do mercado de contratos futuros. O *stop loss* determinado para o *Trading System III* é análogo ao utilizado pelos *Trading System I* e *II*.

### 3.4.4 *Trading System IV*

O *Trading System IV* foi operado em negociações no mercado de futuros, assim como *Trading System III*, no entanto buscou-se realizar diferentes combinações com as médias móveis exponenciais de nove períodos. Realizou-se operações com base no preço do fechamento diário em dado ativo do conjunto da amostra considerada no presente estudo.

Foi testada a combinação de um conjunto de estratégias que também se leva em conta a análise em duas periodicidades, no diário e semanal, os comportamentos com e sem a inclusão dos referidos filtros no sistema são apresentados no Capítulo 4, seção 4.4, do presente estudo.

As estratégias testadas no algoritmo do *Trading System IV*, são apresentadas a seguir:

1. Excluir os últimos dois fechamentos diários para então calcular a média móvel exponencial do preço de fechamento de nove dias. Se esta média for maior que o fechamento diário obtido pelo ativo, em dois dias anteriores ao dia considerado para realizar a negociação, deve-se comprar;
2. Tomar uma posição *long*, se o preço de fechamento do dia anterior em relação ao fechamento do dia atual, estiver acima da sua média móvel exponencial de nove dias anteriores ao fechamento atual do ativo;
3. Uma posição *long* é realizada se o preço de fechamento no dia atual (de negociação) for maior que a média móvel exponencial dos últimos nove fechamentos;
4. Realizar a compra se o volume de negócios do ativo ao final do pregão diário, estiver maior que a sua média móvel simples no intervalo determinado, aplicando-se um fator sobre a média; (o fator bem como o intervalo para o cálculo da média, foram determinados através da otimização em *in-sample*).
5. Comprar se o preço de fechamento no dia atual (de negociação) for maior que a média móvel exponencial dos últimos nove fechamentos na periodicidade semanal;
6. O *position size* e *stop-loss* para negociações em futuros e utilizado no *Trading System III*, são integrados no *Trading System IV*;
7. Uma posição *short* é tomada quando é negada as condições descritas nos tópicos (1), (2) e (3).

## Capítulo 4

### Resultados

Neste capítulo serão demonstradas as performances dos sistemas apresentados no presente trabalho, o *Trading System I*, *Trading System II*, *Trading System III* e *Trading System IV*. Demonstra-se a taxa de acerto, máximo *drawdown*, taxa de exposição ao mercado, a razão do retorno anual composto pela máxima perda obtida (CAR/MDD), o retorno médio do lucro anual, *Payoff Ratio*, *Sharpe Ratio*<sup>17</sup>, *Recovery Factor*, gerados pelos sistemas.

No caso dos sistemas, *Trading System I* e *Trading System II*, aplicados ao mercado de ações em operações *long*, comparou-se os retornos gerados frente a estratégia *buy-and-hold* no IBOVESPA. Já no caso dos sistemas, *Trading System III* e *Trading System IV*, aplicados ao mercado de futuros, compara-se os retornos gerados entre as estratégias *long* e *long-short*.

Em todos os casos de operações através dos sistemas para negociações em ações ou dos sistemas para negociações em contratos futuros, foram levados em conta as corretagens. É importante frisar que não houve *spread* (diferença entre o valor da ordem e o preço real obtido) nas operações, pois as negociações foram realizadas no leilão de fechamento onde o preço é o mesmo para todos.<sup>18</sup>

No presente capítulo também são realizadas análises a respeito da correlação entre os sistemas de negociação propostos, para verificar se há correlação entre eles ou não. Avalia-se quão os sistemas de negociação de ações e futuros podem estar correlacionados com o IBOVESPA e a SELIC.

Apresentamos a combinação dos dois *trading systems* que demonstraram melhores performances, um do mercado de ações e outro do mercado de futuros. O propósito foi em avaliar a performance dos sistemas seguidores de tendências, ao considerar por parte de um investidor ou operador, a opção de realizar negociações simultaneamente em ações e contratos futuros na BM&FBOVESPA.

---

<sup>17</sup> Maiores informações a respeito deste indicador estatístico pode ser obtido no seguinte link: <https://web.stanford.edu/~wfs Sharpe/art/sr/sr.htm>. Acesso em 20/02/2018. Para os demais indicadores citados, o leitor poderá consultar o glossário desta dissertação.

<sup>18</sup> Para as negociações em contratos futuros foram levados em conta uma média de corretagem para os contratos.



A decisão em operar em ações e contratos futuros de forma simultânea, baseia-se nos princípios estabelecidos pela metodologia do *trend following*, pois iremos diversificar ainda mais a composição da carteira, elemento importante a ser considerado em uma estratégia de *trend following*, segundo Covel (2014), Clenow (2013).

## 4.1 Performance do *Trading System I*

Nesta seção será demonstrado o comportamento do *Trading System I* frente os retornos gerados pelo *buy-and-hold* no IBOVESPA (IBOV).

Buscou-se analisar diferentes cenários de investimento, ao considerar ou excluir determinado filtro no conjunto das estratégias. Foi determinado um conjunto de parâmetros na perspectiva de determinar uma melhor relação CAR/MDD, com o objetivo de se determinar parâmetros que permitissem lucro, mas que não levassem a grandes *drawdowns*, minimizando assim o risco frente ao retorno, ao considerar os testes empíricos na otimização. Este procedimento também foi realizado de forma análoga nos demais sistemas propostos pelo presente estudo.

### 4.1.1 Cenário I

No cenário I, considera-se um conjunto de estratégias para a realização da otimização para a determinação dos parâmetros do *hilo-activator*, do intervalo considerado para o cálculo do volume e seu fator, como descrito na subseção (3.4.1). Levou-se em conta uma combinação que gerasse a melhor relação CAR/MDD e posteriormente avaliou-se o comportamento do *Trading System I*, nas configurações pré-estabelecidas, de modo a simular a carteira de investimento no período correspondente ao *out-sample* (de janeiro de 2005 à dezembro de 2014)

Parâmetros determinados através da otimização para o *Trading System I*:

- Valores otimizados para o cálculo do *hilo-activator*:
  - Média móvel simples das máximas obtidas pelo ativo no período de 8 semanas;
  - Média móvel simples das mínimas no período de 4 semanas;
- Aumento no volume por um fator de 1,5 sobre a sua média móvel simples de 16 semanas.

No cenário I, utilizou-se os seguintes métodos para as operações com o *Trading System I*:

1. Realização de compras apenas em ativos com o RSI abaixo de 30, calculado para quatorze semanas;
2. Realizou-se compras em ativos em que o preço de fechamento atual ao final do pregão semanal, estivesse acima da média dos preços máximos obtidos no intervalo de oito semanas;
3. O volume de ações negociadas na semana, do ativo considerado para a realização de compra de ações, deve ser maior que a média móvel simples do volume do mesmo ativo calculada em um intervalo de dezesseis semanas, sendo aplicado sobre a média um fator no valor de 1,5 (um vírgula cinco);
4. No caso em que o preço de fechamento semanal de um ativo que integra a carteira hipotética, estiver abaixo da média de preços das mínimas obtidas pelo ativo no período de quatro semanas, ou se o preço de fechamento semanal do ativo esteja abaixo do dobro do ATR calculado sobre os 20 últimos fechamentos semanais anteriores a compra, deve-se fechar a posição;
5. O ativo em que o sistema gerar o sinal de venda é substituído por um novo ativo que esteja respeitando as condições de compra descritas nas condições de (1-4);
6. A ordem de entrada ou saída de uma posição ocorre na abertura do pregão do dia mais próximo.

Na Tabela 4.1, é demonstrada a performance do *Trading System I* no cenário I, apresentando-se o retorno gerado no período otimizado (*in-sample*), que corresponde de janeiro de 1995 à dezembro de 2004, e da performance gerada após a fixação dos parâmetros que corresponde a parte *out-sample* da amostra, em que realizou-se a simulação.

O sistema com a configuração do cenário I, obteve um retorno médio anual de mais de 22,78% no período otimizado, no entanto o sistema chegou a perder 43,29% do montante acumulado em dado momento, e alcançou CAR/MDD de 0,53. Porém demonstrou melhor performance que *buy-and-hold* no IBOVESPA, que acumulou perda de até 65,05%, com um retorno médio anual de 19,75% e CAR/MDD de apenas 0,30 no mesmo período considerado ao sistema.

**Tabela 4.1** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System I* no cenário I e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System I</i>	IBOV	<i>Trading System I</i>	IBOV
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	35,15	-	31,24	-
Exposição (%)	76,26	100	92,88	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-43,29	-65,05	-44,71	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	4,07	-	2,99	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,25	-	0,14	-
<i>Profit Factor</i>	2,20	-	1,36	-
<i>Recovery Factor</i>	3,89	2,07	1,31	0,55
CAR/MDD	0,53	0,30	0,50	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	22,78	19,75	22,39	6,88

Apesar do *Trading System I*, nas configurações do cenário I, no *in-sample* ter obtido apenas 35,15% de taxa de acerto nas operações, a rentabilidade média das operações positivas foi superior a média dos retornos nas operações negativas, ou seja, a relação *payoff ratio* foi satisfatória alcançando o valor de 4,07.

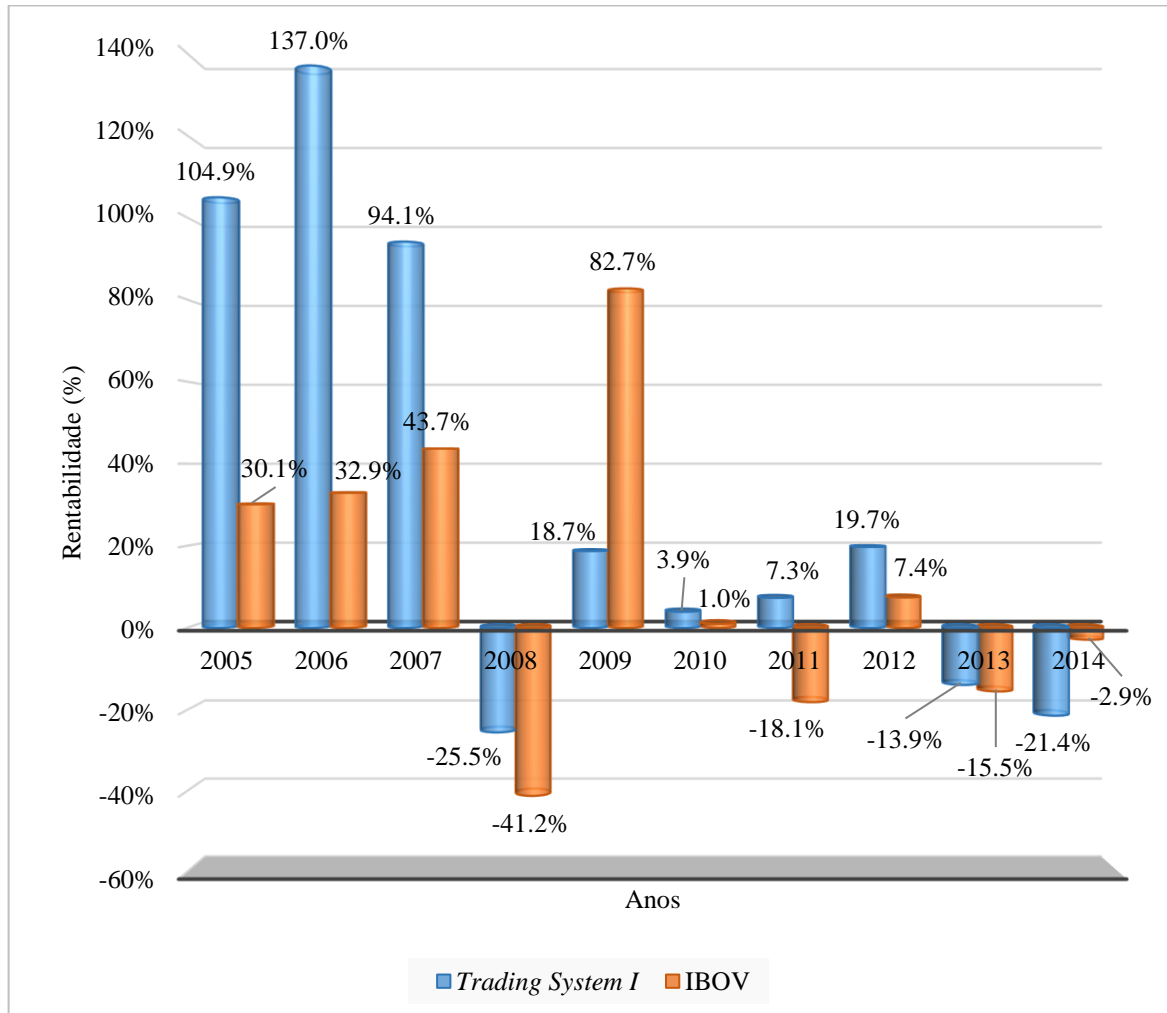
No período *out-sample*, o *Trading System I*, no cenário I, manteve-se lucrativo gerando um retorno médio anual de 22,39%, valor superior a rentabilidade média anual de 6,88% gerada pelo IBOVESPA no mesmo período.

Em comparação ao máximo *drawdown* gerado pelo *buy-and-hold* no IBOVESPA, o sistema mostrou-se mais eficiente em relação a perda máxima permitida, já que o IBOVESPA no *out-sample*, alcançou máximo *drawdown* de 59,26%, quando o do *Trading System I* alcançaria 44,71%.

De acordo com a Tabela 4.1, percebe-se que, caso o *Trading System I* no cenário I, fosse operado no período de (2005-2014), no mercado de ações brasileiro, geraria rentabilidade mais significativa quando comparado a estratégia de investimento *buy-and-hold* no índice IBOVESPA, no entanto o sistema demonstrou-se uma estratégia de investimento de alto risco, haja vista os altos *drawdowns* assumidos no período otimizado e obtido no período simulado.

No gráfico da Figura 4.1, demonstra-se o retorno anual do *Trading System I* no período simulado em termos percentuais, ao considerar o presente cenário. Percebe-se que o sistema

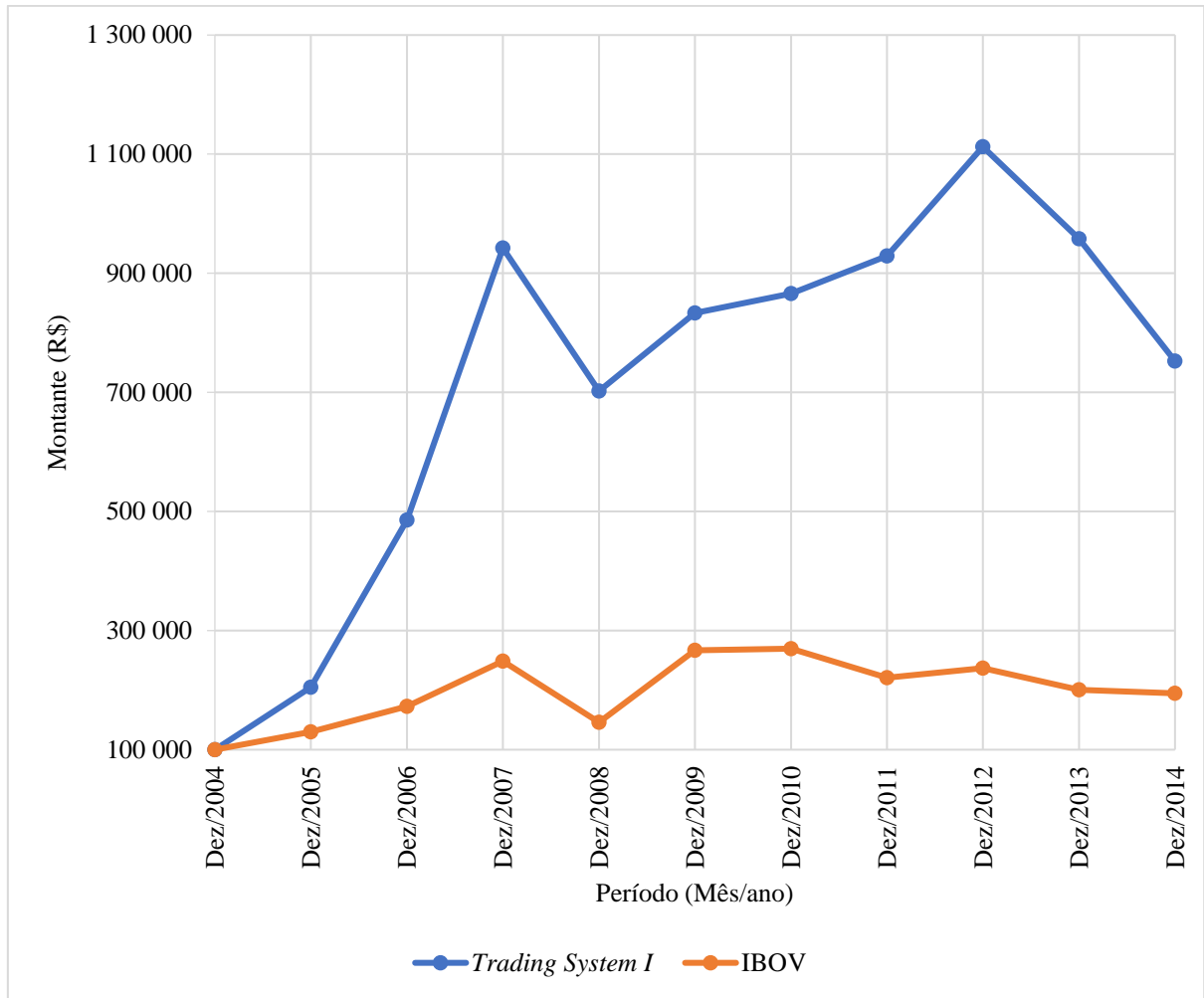
nas configurações estabelecidas, que nos anos de 2008, 2013 e 2014, geraria retorno negativo caso fosse operado no mercado de ações do Brasil, porém o sistema na maioria dos anos superaria a estratégia de comprar e manter no IBOV, isso ficou evidente ao verificarmos o retorno anual do sistema em relação ao do comprar e manter no IBOV.



**Figura 4.1:** Rentabilidade anual do *Trading System I* no cenário I versus *buy-and-hold* no IBOV.

De acordo ao gráfico da Figura 4.1, o *Trading System I* no cenário I chegaria a perder 25,5% no ano de 2008, porém o IBOVESPA obteve uma queda superior no mesmo ano, no valor de 41,20%, mas no ano de 2009 se recuperou de modo a alcançar 82,7% de rentabilidade, superando inclusive o *Trading System I*. A partir de 2010 o sistema geraria rentabilidade baixa ou chegaria a perder.

No gráfico da Figura 4.2, demonstra-se a performance do sistema em relação ao capital hipotético aplicado de R\$ 100 000, 00 (cem mil reais), de acordo com o *position size* determinado para os sistemas de negociação em ações do presente estudo.



**Figura 4.2:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System I*, no cenário I, versus *buy-and-hold* no IBOVESPA.<sup>19</sup>

De acordo com a Figura 4.2, há uma certa relação entre o comportamento do *Trading System I* e o IBOVESPA, pois na maioria dos anos quando uma estratégia ganha/perde a outra também ganha/perde, no entanto, o sistema geraria rentabilidade significativamente superior ao do IBOVESPA na configuração do cenário I.

Diante do cenário positivo demonstrado nesta subseção em relação a performance do sistema frente ao IBOVESPA, e levando-se em conta o alto risco que o sistema poderia gerar caso fosse operado com as configurações apresentadas, incluiu-se um novo filtro, a liquidez, no conjunto de estratégias do *Trading System I*, configurando-se assim o cenário II, que será descrito na subseção (4.1.2).

<sup>19</sup> No gráfico, o eixo Período (mês/ano), trata-se o mês como dezembro de modo que o “Dez” representa as iniciais de dezembro, sendo assim “(Dez/ano)” significa dizer (dezembro/ano). Isso foi adotado nos demais gráficos de diferentes figuras do presente trabalho.

### 4.1.2 Cenário II

No presente cenário, considerou-se a combinação de estratégias determinadas no cenário I, descritas nos tópicos de 1 à 6 da subseção (4.1.1), e incluiu-se no conjunto das estratégias para ocorrer a negociação, a estratégia em que se leva em conta a liquidez, na perspectiva de avaliar se o máximo *drawdown* gerado no cenário I, pudesse ser reduzido, uma vez que o *Trading System I* no cenário I gerou *drawdown* elevado.

Diante do exposto, no cenário II, considera-se as estratégias já determinadas no cenário I e inclui o seguinte método:

- Fará parte da carteira apenas ativos com o preço de fechamento semanal da ação acima de dois reais e caso o volume de negócios do ativo esteja acima de vinte mil. O objetivo é evitar a compra de ações de baixo valor e pouco negociadas, reduzindo assim o risco sobre o capital aplicado devido a alta volatilidade que possa ter certos ativos.

Diante da Tabela 4.2, verifica-se que o *Trading System I*, no cenário II, gerou taxa de acerto no período otimizado no valor de 43,60%, enquanto no período simulado alcançou a taxa de acerto de 33,73%, no entanto o sistema obteve uma exposição ao mercado inferior ao *buy-and-hold* no índice IBOVESPA, bem como, quando compara-se a relação CAR/MDD.

**Tabela 4.2**– Performance da estratégia de investimento através do *Trading System I* no cenário II e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System I</i>	IBOV	<i>Trading System I</i>	IBOV
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	43,60	-	33,73	-
Exposição (%)	49,97	100	89,39	100
Máx. <i>drawdown</i> da estratégia (%)	-26,88	-65,05	-29,84	-59,96
Payoff Ratio	2,82	-	3,37	-
Sharpe Ratio	0,34	-	0,22	-
Profit Factor	2,18	-	1,71	-
Recovery Factor	4,38	2,07	3,23	0,55
CAR/MDD	0,54	0,30	0,82	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	14,51	19,75	24,41	6,88

No cenário II, o *Trading System I* demonstrou-se mais lucrativo que a estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA, no período *out-sample*, embora que no período de otimização (*in-sample*) demonstrou-se lucro inferior ao do IBOVESPA.

Levando-se em conta que o sistema alcançou 26,88% de máximo *drawdown*, quando o IBOVESPA alcançaria máximo *drawdown* de 65,05% no mesmo período. Seria mais vantajosa a opção em utilizar do sistema para negociar ações na bolsa de valores no *in-sample*, em vez de escolher a estratégia de comprar e manter no índice IBOVESPA, haja vista o alto risco a ser assumido.

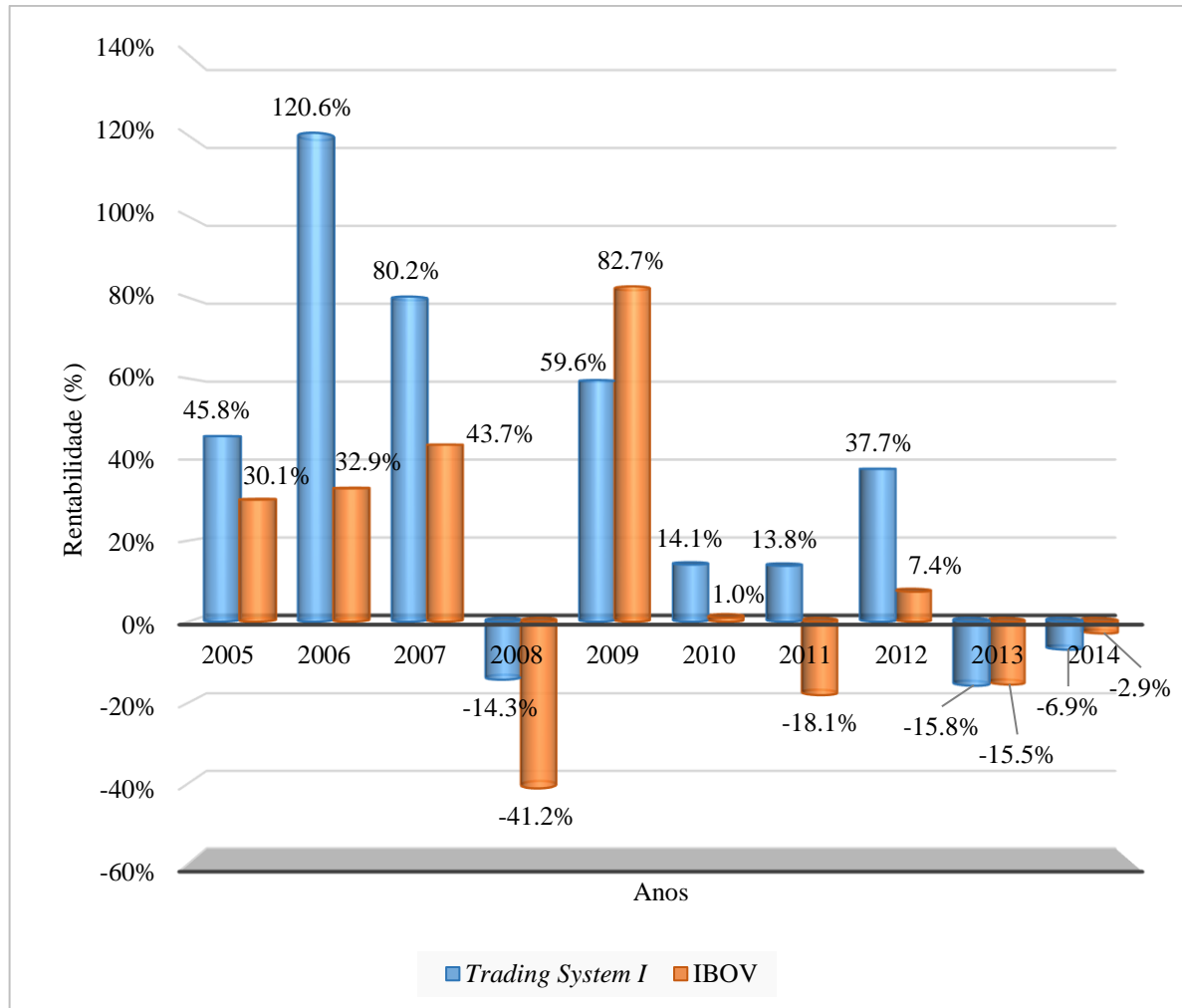
Percebe-se através da Tabela 4.2, que ao considerar a liquidez no conjunto de estratégias do *Trading System I*, configurando-se assim o cenário II, o sistema obteve substancial melhora em relação ao cenário I, em especial ao risco em operar no mercado de ações do Brasil, devido a diminuição do *drawdown*, mantendo positivo os outros retornos.

Diante do exposto, seria uma opção relevante utilizar do *Trading System I* na configuração do cenário II, no período simulado, haja vista o menor risco assumido pelo *Trading System I* frente a estratégia *buy-and-hold* no IBOVESPA, ao considerar os resultados gerados no *in-sample*.

Caso o *Trading System I* no cenário II, fosse operado no período considerado *out-sample*, geraria substancial retorno médio anual acumulado no valor de 24,41%, diante do retorno médio de apenas 6,88% gerado pelo IBOVESPA.

Na Figura 4.3, demonstra-se o comportamento da rentabilidade anual do *Trading System I*, na configuração do cenário II, em termos percentuais. Percebe-se que ao comparar os gráficos das Figuras 4.1 e 4.3 a performance do sistema nos últimos anos da amostra tem o ganho melhorado e minimizou as perdas, por conta da inclusão da estratégia da liquidez.

De acordo com a Figura 4.3, percebe-se que o sistema nas configurações do cenário II, caso fosse operado no mercado de ações da BM&FBOVESPA, chegaria a proporcionar rentabilidade de 120,6% em um único ano, enquanto no mesmo ano o *buy-and-hold* IBOVESPA geraria 32,9% de rentabilidade (ver ano de 2006).

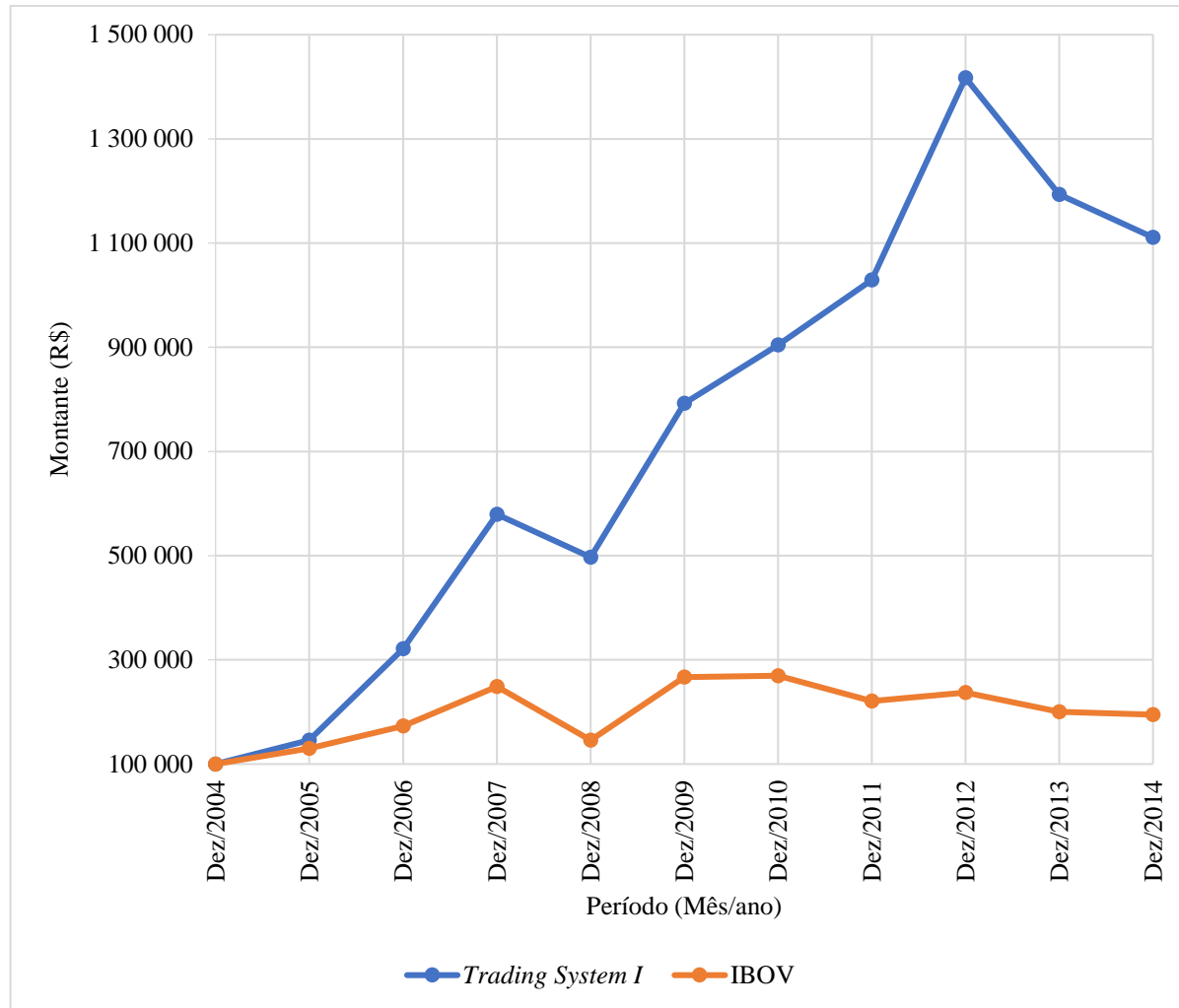


**Figura 4.3** Rentabilidade anual do *Trading System I* no cenário I versus *buy-and-hold* no IBOV.

O sistema no cenário II chegaria a perder 14,3% em 2008, perda inferior ao gerado pelo IBOVESPA o qual alcançou 41,2% de perda no mesmo ano. Também se percebe através do gráfico da Figura 4.3, que tanto a estratégia *buy-and-hold* no IBOVESPA e o *Trading System I*, geraram retornos negativos nos anos de 2013 e 2014.

Na Figura 4.4, apresenta-se a rentabilidade gerada ao final de cada ano, de acordo ao período considerado para *out-sample* em que realizou-se a simulação, aplicando-se R\$ 100 000,00 (cem mil reais) de acordo ao método de *position size* considerado para operações no mercado de ações.





**Figura 4.4:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System I*, no cenário II, versus *buy-and-hold* no IBOVESPA.

Nos anos de 2013 e 2014, o *Trading System I*, de acordo aos gráficos nas Figuras 4.3 e 4.4, obteria perdas consecutivas, assim como o IBOVESPA, mas geraria ao final de 2014 rentabilidade substancial, superando de forma relevante o IBOVESPA, caso fosse operado utilizando-se das estratégias estabelecidas no presente cenário.

### 4.1.3 Cenário III

No cenário III, considerou-se as estratégias determinadas nos cenários I e II, no entanto foi incluída mais um filtro, o MACD na periodicidade semanal, com o objetivo de reduzir o risco do sistema bem como na tentativa de otimizar a rentabilidade, diante do cenário positivo ao considerar a liquidez como um filtro para a realização de compras.

Diante do exposto, além das estratégias consideradas nos cenários I e II, determinou-se a seguinte estratégia para o cenário III:

- O MACD na escala semanal deve estar em sinal de compra, o que ocorre quando a linha de sinal do MACD está acima da linha do MACD, como descrito na subseção (2.7.2).

A performance do *Trading System I* no cenário III, é demonstrada na Tabela 4.3, comparando-se com os retornos gerados através do *buy-and-hold* no índice IBOVESPA, no mesmo intervalo de tempo considerado.

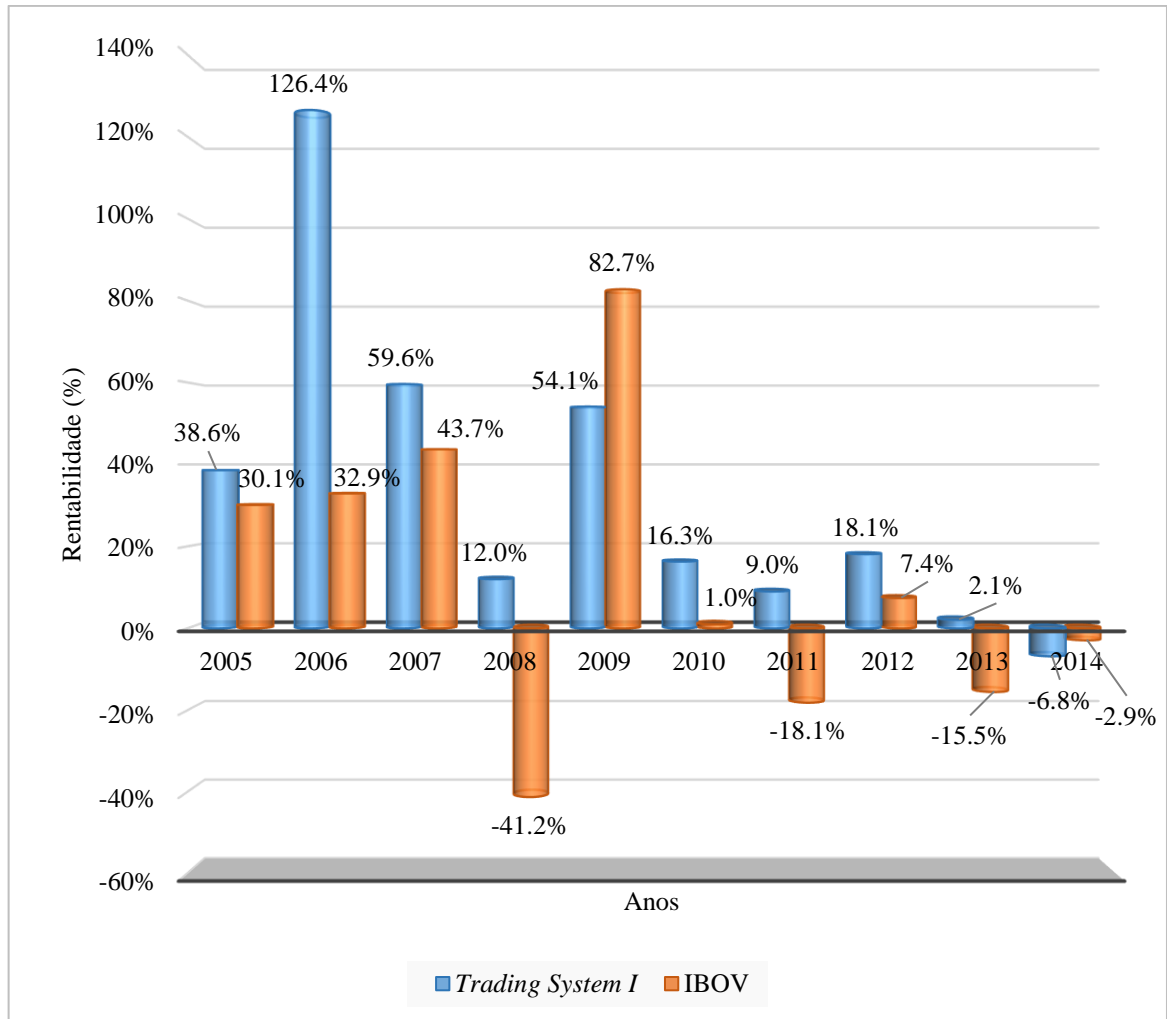
**Tabela 4.3** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System I* no cenário III e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System I</i>	IBOV	<i>Trading System I</i>	IBOV
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	44,57	-	39,37	-
Exposição (%)	42,95	100	86,90	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-23,68	-65,05	-51,45	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	3,97	-	3,04	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,51	-	0,26	-
<i>Profit Factor</i>	3,19	-	1,97	-
<i>Recovery Factor</i>	6,00	2,07	1,02	0,55
CAR/MDD	0,70	0,30	0,56	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	16,55	19,75	28,56	6,88

O sistema, ao considerar o MACD na periodicidade semanal como filtro para a realização da compra, apesar de mostrar redução no *drawdown* no período otimizado, no período simulado gerou máximo *drawdown* elevado de 51,45%, quando no cenário II gerou 29,84%, no mesmo período.

Em contrapartida o sistema no cenário III obteve melhora na rentabilidade em relação ao cenário II, porém aumentou o risco, haja vista o alto *drawdown* determinado e a relação CAR/MDD.

No gráfico da Figura 4.5, demonstra-se que o sistema seria lucrativo praticamente em todos os anos que fosse operado, exceto no ano de 2014, quando chegaria a uma perda de 6,8%, valor tolerável por um seguidor de tendências.

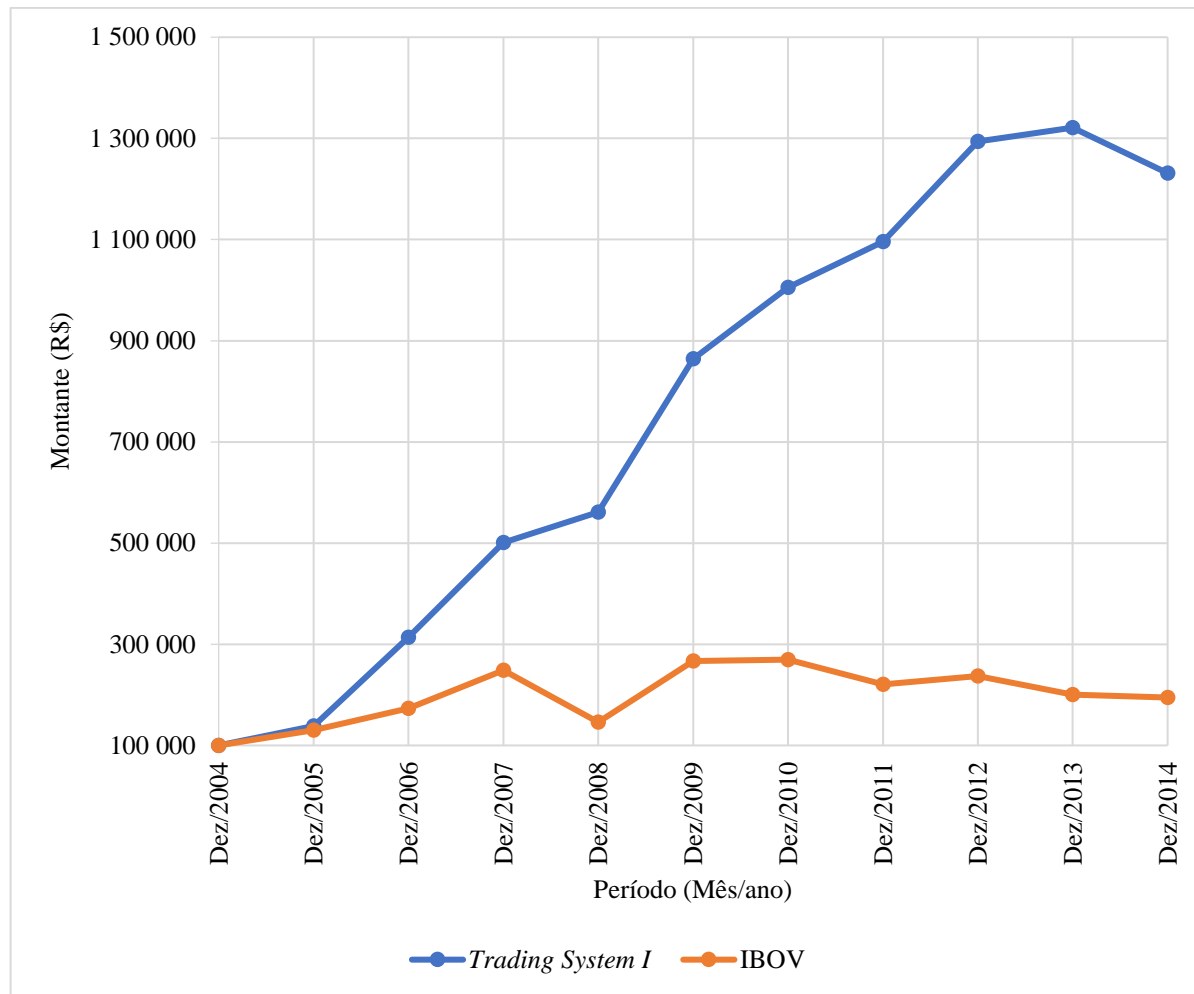


**Figura 4.5:** Rentabilidade percentual anual entre o *Trading system I* no cenário III versus IBOVESPA.

O sistema no cenário III supera o cenário II, ao considerar os retornos anuais gerados, como pode-se perceber ao avaliar as Figuras 4.5 e 4.6 (cenário III) com as Figuras 4.2 e 4.3 do cenário II. No entanto o *Trading System I*, nas configurações estabelecidas no presente cenário, mostrou-se mais arriscado.

Caso o sistema fosse considerado para negociações no período correspondente entre os anos de 2005 e 2014, alcançaria um máximo *drawdown* de mais de 51%, embora o tenha demonstrado retorno positivo em relação a rentabilidade proporcionada em praticamente todos os anos analisados, tendo como retorno negativo apenas no ano de 2014.

Ao avaliarmos o gráfico na Figura 4.6, é perceptível que a manutenção da carteira hipotética, considerada através das estratégias estabelecidas no presente cenário para o *Trading System I*, no período simulado proporcionaria substancial montante ao final de 2014, diante do capital aplicado.



**Figura 4.6:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System I*, no cenário III, *versus* o IBOV.

Diante do cenário III em que o comportamento da rentabilidade do sistema demonstrou-se mais linear em relação aos cenários anteriores, o que pode ser certificado ao avaliarmos o gráfico da Figura 4.6 e compara-lo com os gráficos das Figuras 4.2 e 4.4. Avaliamos como positivo a inclusão do MACD, de modo que utilizamos do mesmo para configurar o cenário IV.

Diante do exposto, considerou-se a inclusão do indicador MACD na periodicidade semanal e mensal, para o cenário IV. Pois embora o sistema ao considerar o indicador MACD na periodicidade semanal, tenha gerado elevado *drawdown* no período simulado, a rentabilidade foi superior ao cenário II.

#### 4.1.4 Cenário IV

No cenário IV considera-se as estratégias determinadas no cenário III, e leva-se em conta a realização da compra do indicador MACD na periodicidade mensal, ou seja, se for evidenciado uma tendência altista na periodicidade mensal além de considerar a tendência semanal e demais filtros, tornam-se condicionantes para a realização de compra de ações.

O propósito de considerar o MACD para o cenário IV, em duas periodicidades, foi por conta da suposição que ao considerar a percepção da tendência no mensal, possibilitaria filtrar o comportamento de determinado ativo em uma janela temporal mais longa e outra mais curta. Deste modo, avaliando se já existe uma tendência mais longa (mensal), e se esta vem ganhando força na periodicidade semanal, o que pode evitar entradas que possam ter sido equivocadas em ativos negociados no cenário III (só analisava a tendência na periodicidade semanal).

Diante do cenário IV, o *Trading System I* também mostrou-se lucrativo e com boa relação CAR/MDD, no período *in-sample* em que realizou-se a otimização, alcançou 1,16 de CAR/MDD e no período simulado gerou CAR/MDD no valor de 1,29. A performance do *Trading System I*, no cenário IV, é demonstrada na Tabela 4.4.

**Tabela 4.4** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System I* no cenário IV e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

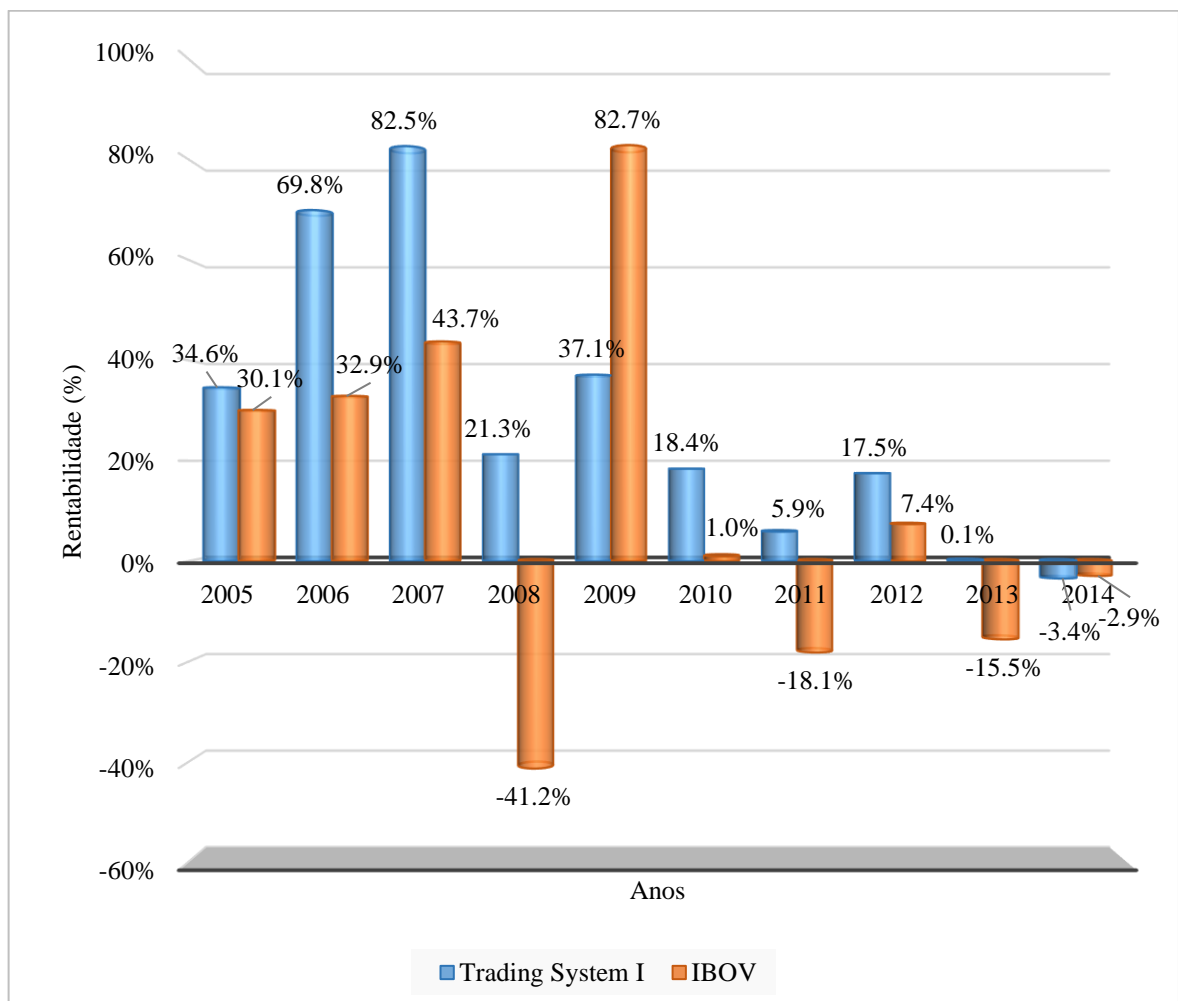
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System I</i>	IBOV	<i>Trading System I</i>	IBOV
Taxa de acerto (%)	53,29	-	46,61	-
Exposição (%)	28,06	100	77,06	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-13,47	-65,05	-19,93	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	5,46	-	2,69	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,79	-	0,41	-
<i>Profit Factor</i>	6,23	-	2,35	-
<i>Recovery Factor</i>	9,42	2,07	6,30	0,55
CAR/MDD	1,16	0,30	1,29	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	15,62	19,75	25,77	6,88

O retorno médio anual acumulado de 15,62% determinado no período em que se realizou a otimização (fase de formatação do sistema) para a realização do *backtest*, correspondente a

janeiro de 2005 à dezembro de 2014, é um valor pouco abaixo ao retorno gerado pelo o IBOVESPA que rendeu 19,75% de retorno médio anual, porém o máximo *drawdown* do IBOVESPA foi de 65,05%, enquanto o do *Trading System I* no cenário IV, foi de apenas 13,47% no mesmo período.

No período simulado, o sistema obteve 25,77% de rentabilidade média anual acumulada, máximo *drawdown* de 19,93%, sendo a menor perda acumulada determinada pelo *Trading System I*, em comparação aos cenários anteriores, bem como a rentabilidade média das operações positivas foi superior a rentabilidade média das operações negativas gerando *payoff ratio* de 2,69.

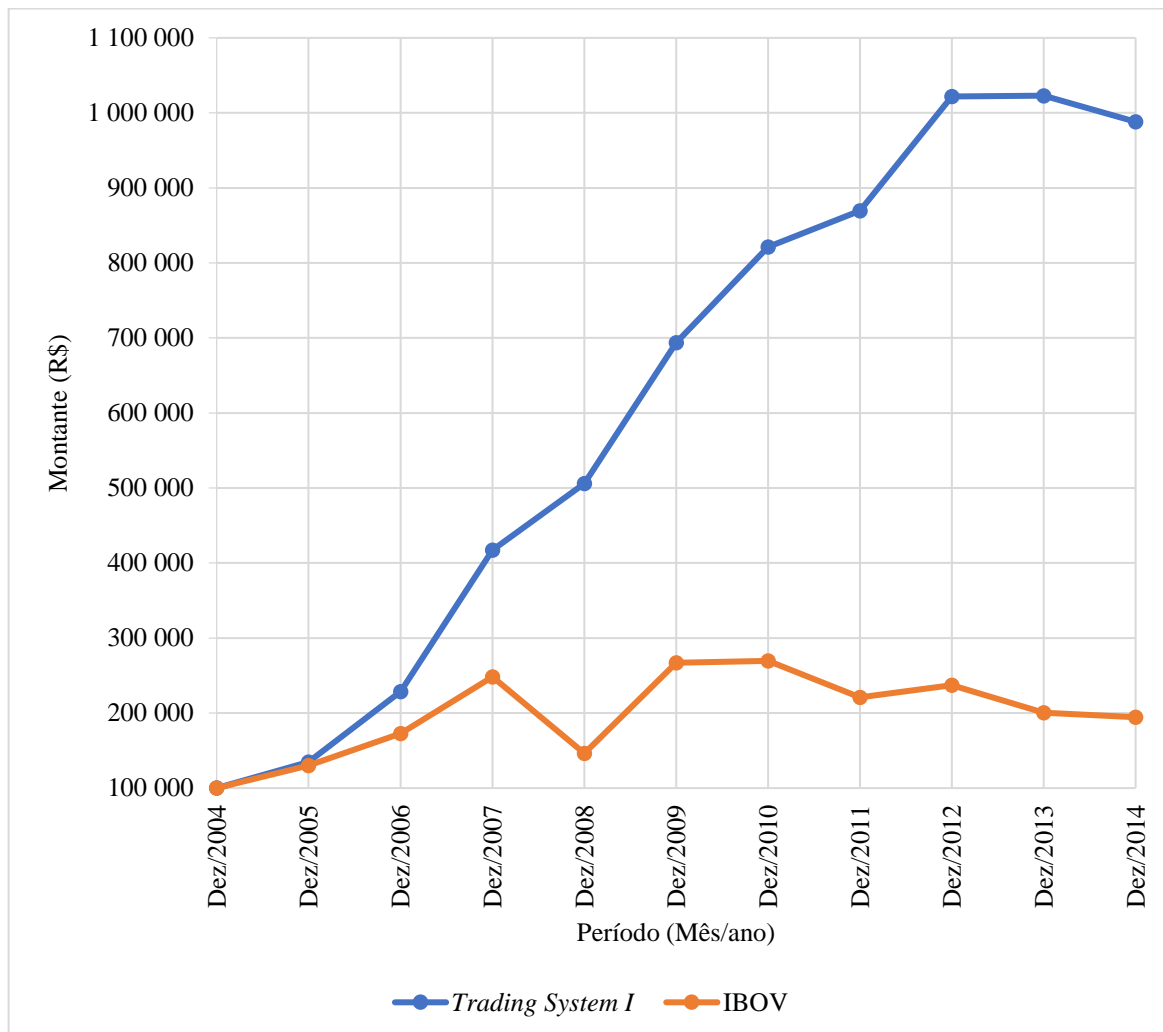
Diante da análise apresentada no parágrafo anterior, percebe-se que seria rentável e com baixo risco a decisão de utilizar o sistema para a ser operado no mercado de ações entre (2005 – 2014), haja vista o baixo risco considerado, ao comparar o índice IBOVESPA, o que é evidenciado pelos gráficos demonstrados nas Figuras 4.7 e 4.8.



**Figura 4.7:** Rentabilidade anual entre o *Trading system I* no cenário IV versus IBOVESPA

Demonstra-se através do gráfico apresentado na Figura 4.7, que o *Trading System I* no presente cenário, geraria retornos positivos em todos os anos considerados na amostra, exceto para o ano de 2014, quando o sistema fecharia o ano com perda de 3,4%.

Na Figura 4.8, percebe-se o quão maior é a linearidade da linha do gráfico do *Trading System I* no cenário IV, em relação a linha do IBOVESPA, bem como tem melhor comportamento ao considerarmos os gráficos nas Figuras 4.2, 4.4 e 4.6, dos cenários I, II e III, respectivamente.



**Figura 4.8:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System I*, no cenário IV, versus o IBOV.

O *Trading System I* com a configuração do cenário IV, demonstrou-se rentável, com baixo *drawdown* e boa relação CAR/MDD (ideal que seja acima de 1,0) caso fosse operado no mercado de ações brasileiro no período de 2005 à 2014, o que geraria performance superior a estratégia de comprar e manter no índice IBOVESPA.

Porém, diante das evidências encontradas na literatura a respeito da utilização da média móvel exponencial de nove períodos para negociações no mercado de renda variável, concluiu-se que

seria relevante a inclusão do referido indicador técnico no conjunto de estratégias do *Trading System I*, enquanto condicionador para realizar-se a compra de ações em determinado ativo, na perspectiva de avaliar se seria possível otimizar a percepção de tendências, e por conseguinte, tornar o sistema mais rentável, reduzindo inclusive o risco. Deste modo, configurou-se o cenário V para o *Trading System I*.

#### 4.1.5 Cenário V

Diante do que foi apresentado no cenário IV, considerou-se a seguinte estratégia de investimento no escopo dos métodos já considerados no cenário IV:

- A média móvel exponencial das últimas nove semanas, incluindo a barra vigente, deve ser maior que a média móvel exponencial calculada no intervalo de nove semanas anteriores ao fechamento da semana atual. Considerando-se para o cálculo da EMA os preços de fechamentos semanais.

A performance do *Trading System I* com a configuração determinada pelo cenário V, é demonstrada a seguir na Tabela 4.5.

**Tabela 4.5** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System I* no cenário V e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

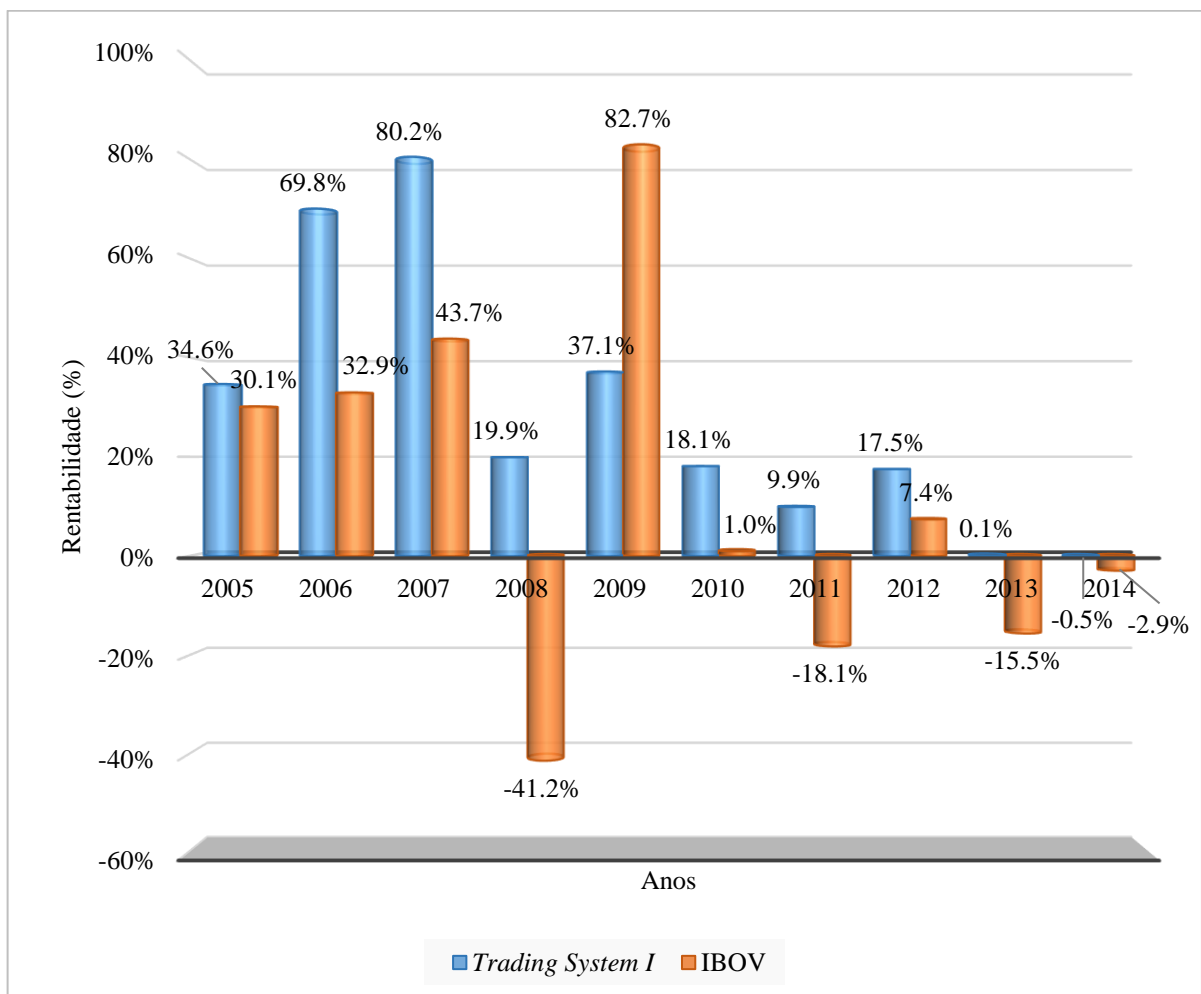
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System I</i>	IBOV	<i>Trading System I</i>	IBOV
Taxa de acerto (%)	53,01	-	46,40	-
Exposição (%)	28,13	100	76,81	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-13,47	-65,05	-19,93	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	5,61	-	2,70	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,80	-	0,42	-
<i>Profit Factor</i>	6,33	-	2,34	-
<i>Recovery Factor</i>	9,55	2,07	6,12	0,55
CAR/MDD	1,17	0,30	1,32	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	15,74	19,75	26,27	6,88



Ao considerar a média móvel exponencial, o comportamento do sistema melhorou suavemente no que se refere ao retorno médio acumulado anual no período simulado, em relação ao cenário IV, onde o sistema proporcionaria 25,77% com CAR/MDD de 1,29%, já o sistema no cenário V geraria rentabilidade de 26,27% e CAR/MDD de 1,32%.

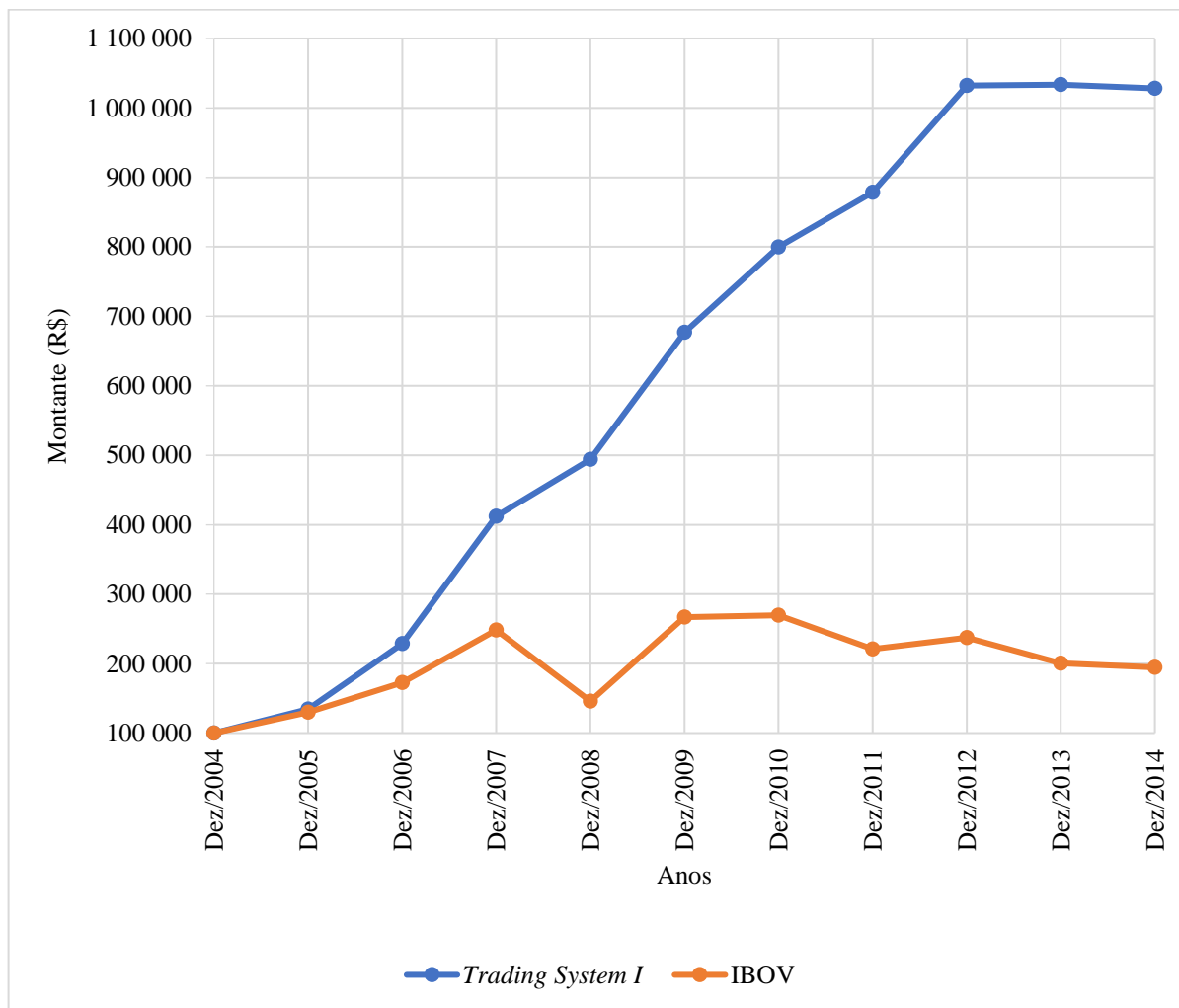
No gráfico demonstrado na Figura 4.9, mostra o comportamento da rentabilidade anual do *Trading System I*, na configuração do cenário V, em termos percentuais. Percebe-se que a rentabilidade positiva menor seria no ano de 2013 quando o sistema geraria rentabilidade de 0,10%, superando o IBOVESPA que fechou o ano em baixa de 15,5%.

O *Trading System I*, de acordo com o gráfico da Figura 4.9, geraria perda apenas no ano de 2014 no valor de 0,5%, valor inferior ao do IBOVESPA que chegou a perder no mesmo ano 2,9%. Deste modo, o sistema além de rentável supera a estratégia de investimento *buy-and-hold* no índice IBOVESPA em todos os anos, exceto em relação a rentabilidade do ano de 2009, quando o sistema proporcionaria ganho de 37,10% e o IBOVESPA 82,7%.



**Figura 4.9:** Rentabilidade anual entre o *Trading system I* no cenário V versus IBOVESPA.

Apresenta-se na Figura 4.10, o comportamento da manutenção da carteira hipotética no período correspondente ao *out-sample*, determinado através das operações hipotéticas realizadas pelo *Trading System I* nas configurações do cenário V. Simulou-se a aplicação de R\$ 100 000,00 (cem mil reais) de acordo ao método de *postion size* considerado para operações no mercado de ações e levado em conta nos cenários anteriores.



**Figura 4.10:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System I*, no cenário IV, versus o IBOV.

O *Trading System I*, no presente cenário, geraria ao final de 2014 um montante hipotético superior a um milhão de reais, demonstrando-se lucro substancial em relação ao capital aplicado, superando inclusive de forma significativa o IBOVESPA.

#### 4.1.6 Discussão

Diante dos resultados demonstrados nos cinco cenários apresentados nas subseções anteriores, demonstrou-se que o *Trading System I* geraria lucro significativo, caso fosse operado na compra de ações na bolsa de valores brasileira no período *out-sample* considerado no presente estudo, gerando rentabilidades superiores ao do *buy-and-hold* no IBOVESPA, em todos os cenários. Como pode ser verificado na Tabela 4.6.

**Tabela 4.6** – Performance do *Trading System I* nos diferentes cenários, ao considerar os resultados no período *out-sample*, frente o *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

Período	<i>Out-sample</i>					
	I	II	III	IV	V	IBOV
Cenários						
Taxa de acerto (%)	31,24	33,73	39,37	46,61	46,40	-
Exposição (%)	92,88	89,39	86,90	77,06	76,81	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-44,71	-29,84	-51,45	-19,93	-19,93	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	2,99	3,37	3,04	2,69	2,70	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,14	0,22	0,26	0,41	0,42	-
<i>Profit Factor</i>	1,36	1,71	1,97	2,35	2,34	-
<i>Recovery Factor</i>	1,31	3,23	1,02	6,30	6,12	0,55
CAR/MDD	0,50	0,82	0,56	1,29	1,32	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	22,39	24,41	28,56	25,77	26,27	6,88

Ao considerar a adição dos filtros de forma escalonada, possibilitou a percepção da influência de cada filtro na performance do sistema (o que gerou os diferentes cenários), e conclui-se que o conjunto de estratégias determinadas no cenário V, dentre todos os cenários, foi o melhor, diante da relação CAR/MDD e do comportamento mais linear sobre capital aplicado (ver Figura 4.10), com substancial rentabilidade.

Considerando-se o gráfico da Figura 4.9, percebe-se que nos últimos dois anos da amostra o sistema geraria baixa lucratividade, no caso do ano de 2013 alcançaria apenas 0,10% de lucro, e no ano de 2014 perderia 0,5%. Este comportamento é tolerável para um sistema baseado no *trend following*, pois há evidências na literatura que alguns seguidores de tendências ficam posicionados no mercado, mesmo com retornos negativos consecutivos ao longo de anos como aponta Covell (2014).

Levando-se em consideração o menor risco sobre o capital aplicado, a utilização do *Trading System I*, proporcionaria menores riscos que o *buy-and-hold* no índice IBOVESPA, nos cinco cenários considerados, sendo o melhor caso o cenário V. Deste modo, conclui-se que o uso do *Trading System I* seria eficaz nas operações de negociação no intervalo de janeiro de 2005 à dezembro de 2014, de modo que proporcionaria substancial lucratividade em operações no mercado de ações do Brasil.

## **4.2 Performance do *Trading System II***

Serão apresentados na presente seção os retornos gerados pelo *Trading System II*, prosseguindo-se de maneira análoga ao apresentado na seção 4.1, analisando-se por exemplo, o comportamento da taxa de acerto, máximo *drawdown*, taxa de exposição ao mercado, a razão do retorno anual composto pela máxima perda obtida (CAR/MDD), o retorno médio do lucro anual, obtidos pelo sistema, comparando-os com o *buy-and-hold* no IBOVESPA.

Levou-se em consideração a análise de cenários distintos, na perspectiva de avaliar a performance do sistema ao incluir filtros distintos no conjunto de estratégias que compõem os condicionadores para a compra e venda.

O *Trading System II* foi considerado para operações no mercado de ações, diante do conjunto de ativos considerados na amostra do presente estudo, formando-se assim uma carteira hipotética, de maneira que as ordens de entrada ou saída de uma posição, ocorreram na abertura mais próxima do pregão semanal, baseando-se no preço de fechamento semanal e demais condicionadores estabelecidos no sistema e que serão descritos nos cenários I, II e III.

### **4.2.1 Cenário I**

Considera-se no cenário I, um conjunto de estratégias para a realização da otimização. A determinação dos parâmetros do volume e do intervalo a ser considerado para o cálculo da média dos preços de fechamentos semanais, foram obtidos através da otimização, por conta da condição em que se busca compra apenas em ativos que tenham o preço acima da sua média dos fechamentos anteriores em um intervalo considerado, descrito na subseção (3.4.2).

O objetivo em realizar a otimização dos parâmetros discriminados anteriormente, foi de equacionar intervalos adequados de acordo o comportamento dos ativos, para serem considerados no conjunto de estratégias em operações no mercado de ações no período simulado.

As estratégias estabelecidas para o *Trading System II* no cenário I, são descritas a seguir:

1. Realização de compras apenas em ativos de maior índice de força relativa, calculado para quatorze semanas;
2. Realizou-se compras em ativos de ações em que o preço do último fechamento semanal fosse superior ao preço máximo obtido pelo o ativo no intervalo de trinta e uma semanas (valor determinado através da otimização);
3. O volume de ações negociadas do ativo ao final do pregão semanal, deve ser maior que o dobro (determinado na otimização) da média móvel simples do volume de ações negociadas do mesmo ativo, em um intervalo de quatro semanas (otimizado);
4. A saída de uma posição se dará através do sinal de venda do MACD, ou do limite de perda (*stop-loss*) que é determinado quando o preço da ação esteja abaixo do dobro do ATR dos últimos 20 fechamentos semanais
5. O ativo em que o sistema gerar o sinal de venda é substituído por um novo ativo que esteja respeitando as condições de compra descritas nas condições de (1-3);
6. A ordem de entrada ou saída de uma posição ocorre na abertura do pregão do dia mais próximo, utilizando-se do *position size* para negociações em ações, o mesmo método utilizado no *Trading System I*.

Diante das estratégias estabelecidas no cenário I para o *Trading System II*, obteve-se a performance apresentada na Tabela 4.7, na qual percebe-se que o *Trading System II* superaria a estratégia *buy-and-hold* no IBOVESPA, no período *out-sample* em que se configurou o sistema para a realização do *backtest*, bem como no período simulado.

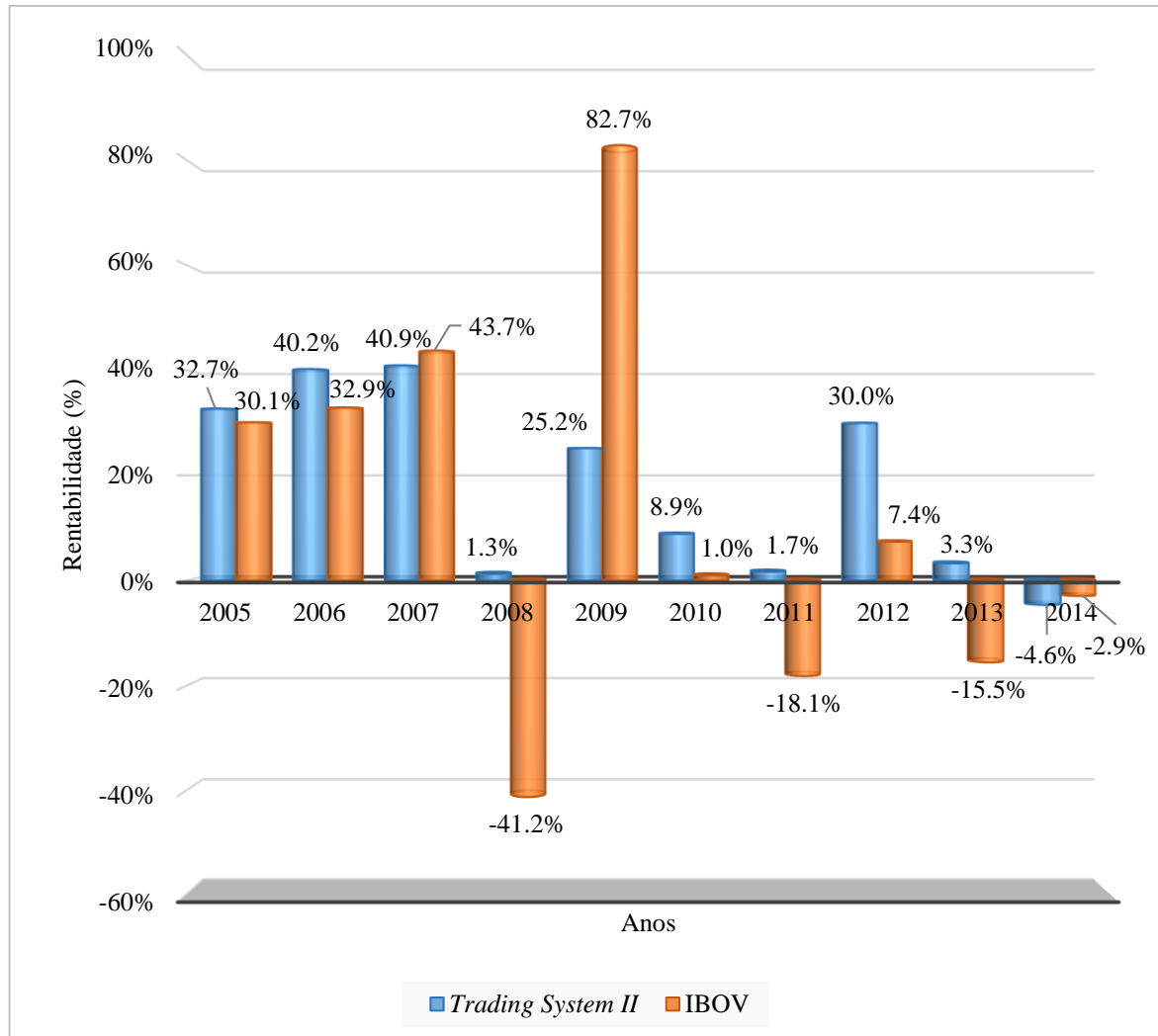
**Tabela 4.7** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System II* no cenário I e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System II</i>	IBOV	<i>Trading System II</i>	IBOV
Taxa de acerto (%)	47,67	-	42,29	-
Exposição (%)	43,92	100	78,03	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-12,26	-65,05	-16,73	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	4,54	-	2,52	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,53	-	0,27	-
<i>Profit Factor</i>	4,14	-	1,85	-
<i>Recovery Factor</i>	16,75	2,07	6,80	0,55
CAR/MDD	1,62	0,30	1,00	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	19,85	19,75	16,79	6,88

No *in-sample* o sistema gerou 19,85% de retorno médio anual acumulado, com máximo *drawdown* de 12,26%, com CAR/MDD de 1,62, e no período simulado caso fosse operado no mercado de ações no intervalo *out-sample* considerado pelo presente estudo, geraria retorno médio anual acumulado de 16,79% com máximo *drawdown* de 16,73%, gerando assim CAR/MDD de 1,0.

Diante do apresentado, seria uma opção mais rentável optar pelo *Trading System II* no cenário I, para operar no mercado, baseando-se nos retornos gerados pelo sistema no período otimizado e pós-otimizado em relação a estratégia *buy-and-hold* no IBOVESPA, sendo que esta estratégia alcançou no período simulado um retorno médio anual no valor de apenas 6,88% com *drawdown* de 59,96% e 0,11% de CAR/MDD.

No gráfico apresentado na Figura 4.11, demonstra-se a performance da rentabilidade anual em termos percentuais, proporcionada pelo *Trading System II* no presente cenário, referente ao intervalo de simulação, e compara-se com o retorno anual do *buy-and-hold* no IBOVESPA.



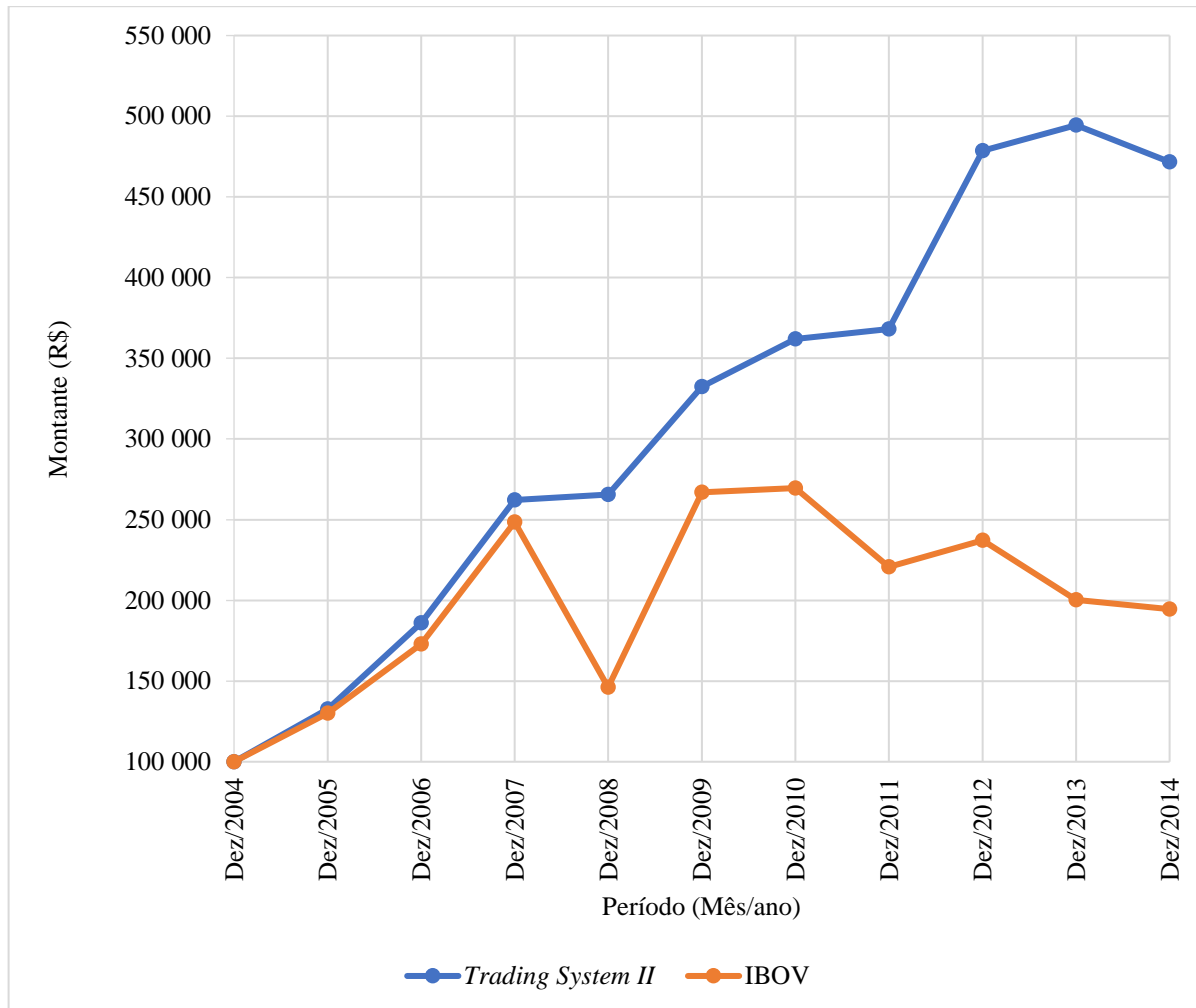
**Figura 4.11:** Rentabilidade anual entre o *Trading System II* no cenário I versus IBOVESPA.

De acordo com o gráfico da Figura 4.11, o *Trading System II* caso fosse utilizado para negociações em ações no mercado brasileiro, com as estratégias estabelecidas no presente cenário, só não apresentaria rentabilidade positiva apenas no ano de 2014, quando o sistema geraria retorno negativo no valor de 4,6%. Já nos anos de 2008 e 2011 proporcionaria rentabilidade baixa, pouco mais de 1%, mas superaria a estratégia *buy-and-hold* no IBOVESPA a qual geraria prejuízo de 41,2% em 2008 e de 18,1% em 2011.

É possível verificar no gráfico da Figura 4.11, que o *Trading System II*, no presente cenário, seria rentável de forma significativa nos anos de: 2005 com retorno de 32,7%; 2006 com rentabilidade de 40,2%; 2007 com retorno de 40,9%; 2009 com retorno de 25,2% e 2012 com rentabilidade de 30%.

Ao avaliarmos o gráfico na Figura 4.12, é perceptível que a manutenção da carteira hipotética, considerada através das estratégias estabelecidas no presente cenário para o *Trading System II*,

no período simulado, proporcionaria substancial montante ao final de 2014, diante do capital hipotético aplicado de R\$ 100 000,00 (cem mil reais), levando-se em conta o *position size* para operações no mercado de ações, descrito na seção 3.3 do capítulo 3, desta dissertação.



**Figura 4.12:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System II*, no cenário I, *versus* o IBOV.

Embora os resultados determinados no cenário I do *Trading System II*, demonstrarem positivos, como por exemplo, a rentabilidade, baixo risco e CAR/MDD substancial, levamos em conta a inclusão de mais um filtro, o MACD, a ser considerado no conjunto de estratégias do sistema, na perspectiva de reduzir o risco e avaliar se seria possível aumentar a rentabilidade, determinando assim o cenário II.



## 4.2.2 Cenário II

No cenário II, considerou-se as estratégias determinadas no cenário I, no entanto, foi incluída o indicador técnico MACD como mais um filtro para a realização de compra, o que ocorre quando a linha de sinal do MACD está acima da linha do MACD, como descrito na subseção (2.7.2).

A performance do *Trading System II* no cenário II, é demonstrada na Tabela 4.8, comparando-se com os retornos gerados através do *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

**Tabela 4.8** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System II* no cenário II e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

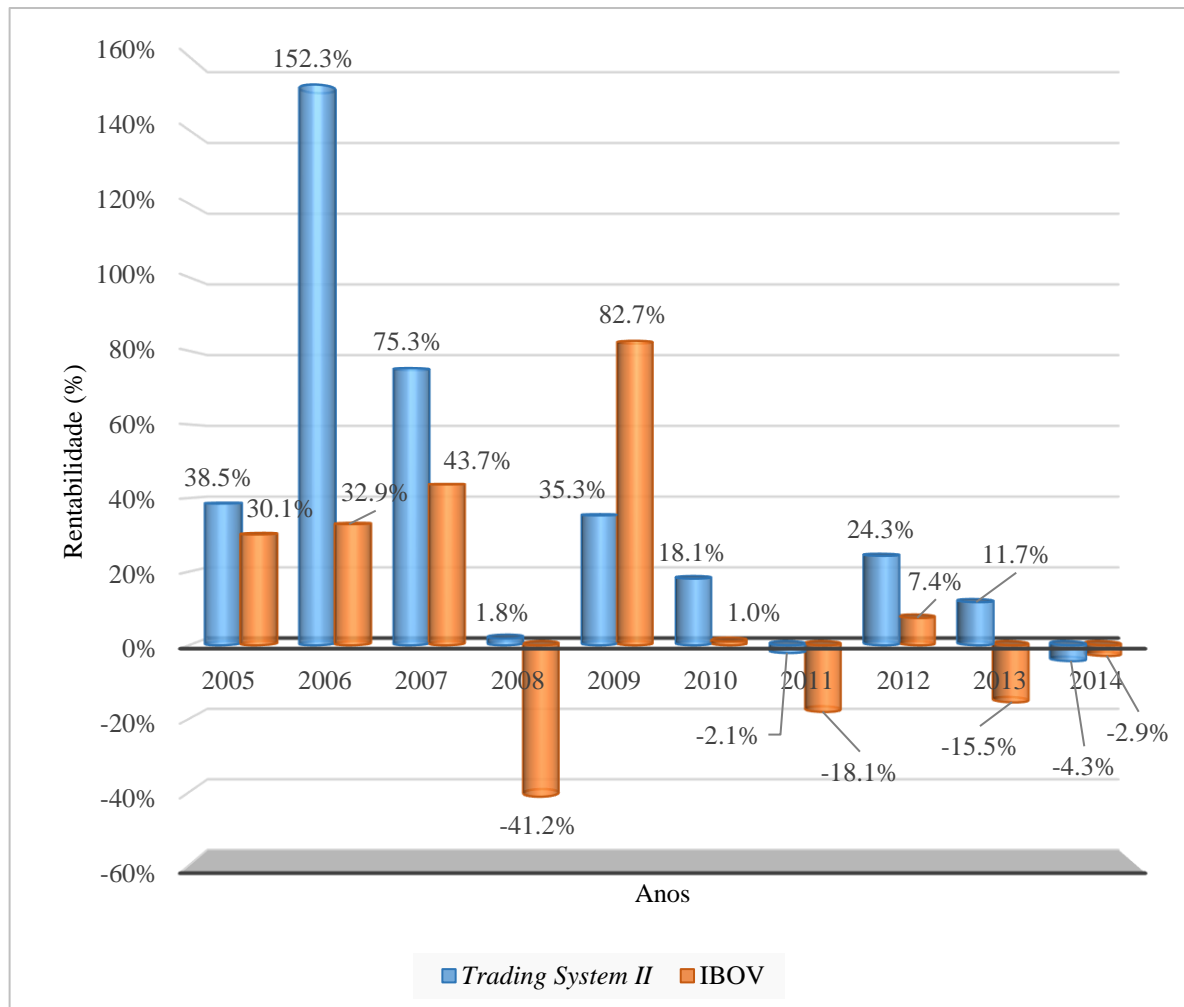
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System II</i>	IBOV	<i>Trading System II</i>	IBOV
Taxa de acerto (%)	46,74	-	44,41	-
Exposição (%)	42,76	100	79,36	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-21,49	-65,05	-12,92	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	3,84	-	2,81	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,50	-	0,19	-
<i>Profit Factor</i>	3,37	-	2,25	-
<i>Recovery Factor</i>	9,67	2,07	8,75	0,55
CAR/MDD	0,83	0,30	2,26	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	17,87	19,75	29,22	6,88

Ao comparar as Tabelas 4.8 e 4.7, percebe-se que ao considerar o MACD no *Trading System II* gerou uma piora no período *in-sample*, o máximo *drawdown* gerado foi de 21,49%, a rentabilidade média acumulada anual foi de 17,87% e CAR/MDD de 0,83, enquanto o *Trading System II* no cenário I gerou máximo *drawdown* de 12,26%, rentabilidade média anual de 19,85% e CAR/MDD de 1,62, valores mais satisfatórios que ao gerado no cenário II.

Caso o sistema fosse operado no período correspondente ao *out-sample*, com a configuração do cenário II, geraria retorno médio anual acumulado de 29,22%, com máximo *drawdown* de 12,92% e CAR/MDD de 2,26, resultados mais satisfatórios que no cenário I, o que contrasta com o período *in-sample* em que formatou-se o sistema, no presente cenário.

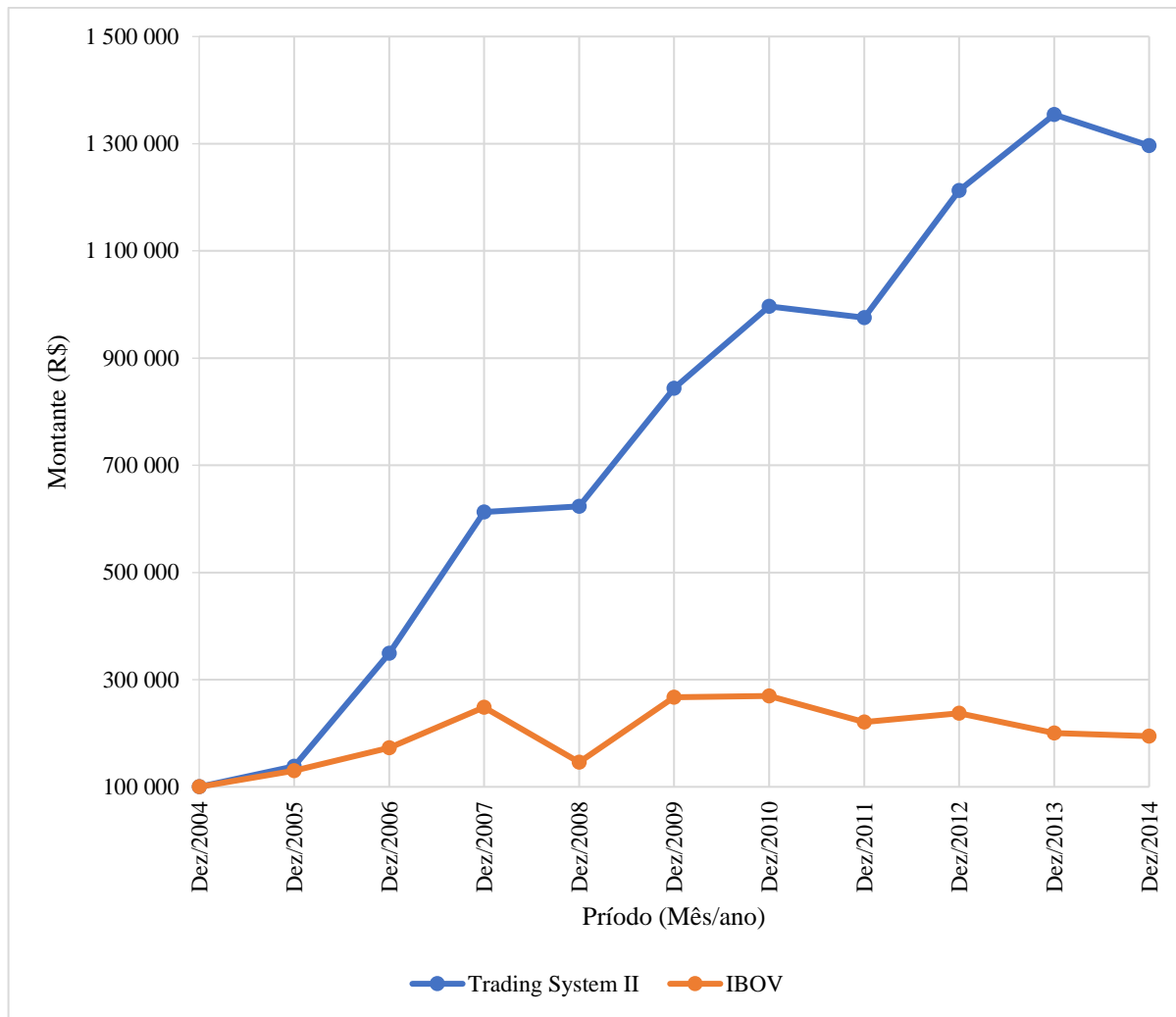
No gráfico da Figura 4.13, demonstra-se o comportamento do *Trading System II* no cenário II, no que se refere a rentabilidade percentual anual do sistema no período em que realizou-se a

simulação. Percebe-se que o sistema ao longo dos anos superou a estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA, exceto nos anos de 2009 e 2014.



**Figura 4.13:** Rentabilidade anual entre o *Trading System I* no cenário II versus IBOVESPA

Já na Figura 4.14, demonstra-se a performance do sistema em relação ao capital hipotético de R\$ 100 000,00 aplicado de acordo com o *position size* determinado no presente estudo, para os sistemas operados no mercado de ações.



**Figura 4.14:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System II*, no cenário II, *versus* o IBOV

Ao avaliar os gráficos demonstrados nas Figuras 4.12 e 4.14, percebe-se que ao final do ano de 2014 o sistema no cenário II, geraria substancial lucro, superando o cenário I de forma significativa, gerando-se quase o triplo do montante determinado no cenário I, ao final do *out-sample*.

Apesar do sistema não demonstrar no cenário II, no período *in-sample* em que realizou-se a otimização, um comportamento mais satisfatório ao gerado no cenário I, no entanto o resultado gerado na simulação, o cenário II superou o cenário I.

Diante das evidências encontradas na literatura sobre o MACD consideramos este indicador técnico relevante como um filtro qualificador de uma tendência pré-estabelecida, como pode ser verificado no *Trading System I*.

Diante do exposto, manteve-se o MACD enquanto condicionador de compra e saída de uma posição, porém formatou-se mais uma estratégia para ser realizada a negociação, a liquidez, pois nos cenários I e II o *Trading System II* pode ter realizado compras em ativos de baixo valor comercial e de baixa liquidez, o que poderia gerar grandes perdas diante de comprar ações que poderia estar valendo centavos. Configurou-se assim o cenário III.

### 4.2.3 Cenário III

Neste cenário, considerou-se todas as estratégias estabelecidas para o *Trading System II* nos cenários I e II, no entanto levou-se em consideração o filtro da liquidez, determinando-se a seguinte estratégia: Fará parte da carteira apenas ativos que tenham o preço de fechamento semanal da ação, acima de dois reais e caso o volume de negócios do ativo esteja acima de vinte mil.

A tabela a seguir demonstra a performance do *Trading System II*, no cenário III.

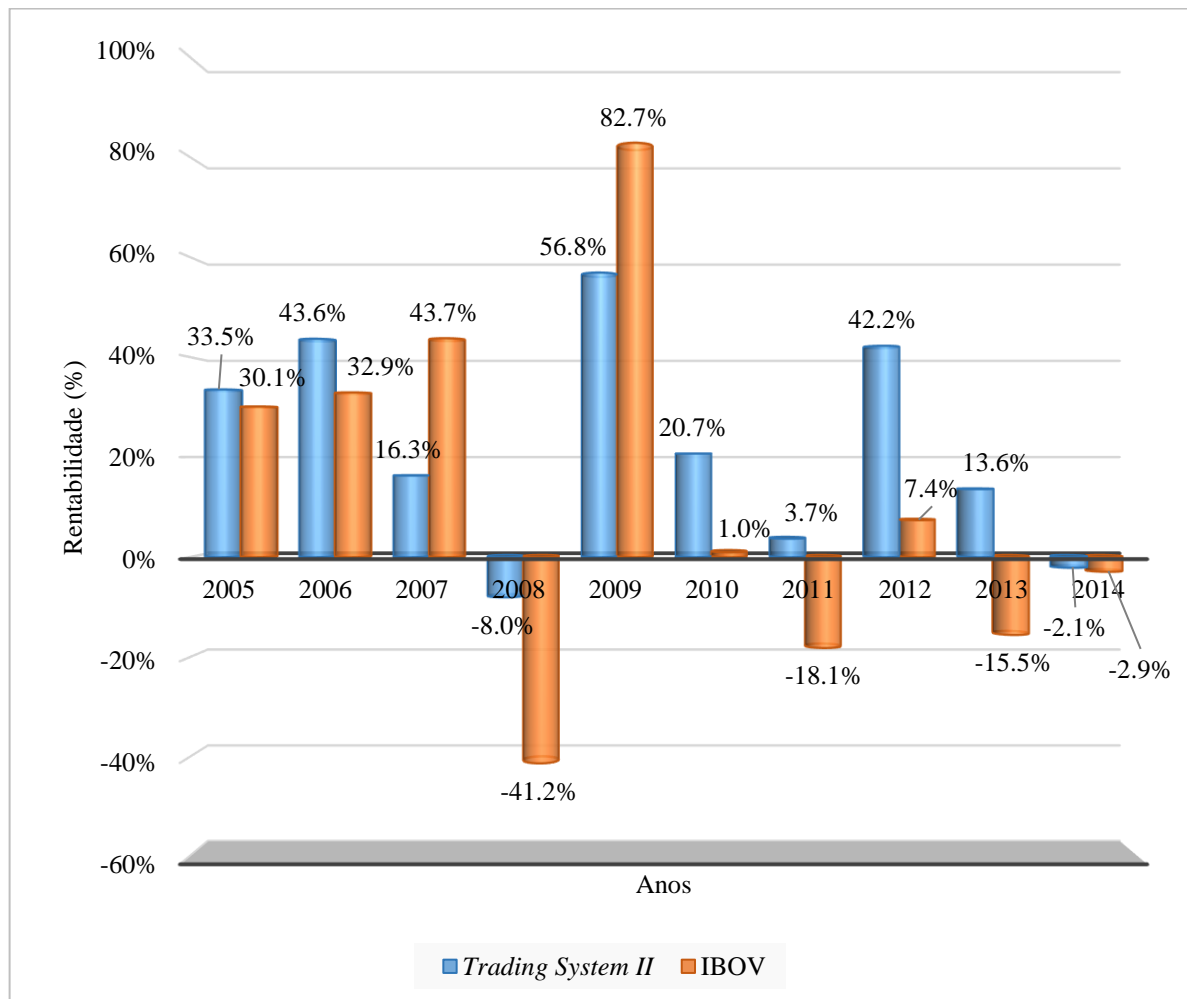
**Tabela 4.9** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System II* no cenário III e da estratégia *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Trading System II</i>	IBOV	<i>Trading System II</i>	IBOV
Taxa de acerto (%)	50,46	-	48,21	-
Exposição (%)	21,02	100	64,01	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-11,50	-65,05	-19,73	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	3,01	-	3,34	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,61	-	0,41	-
<i>Profit Factor</i>	3,07	-	3,11	-
<i>Recovery Factor</i>	6,37	2,07	6,08	0,55
CAR/MDD	0,60	0,30	1,03	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	6,95	19,75	20,34	6,88

De acordo com a Tabela 4.9, a performance do sistema ao considerar a liquidez no conjunto de estratégias, foi inferior em relação aos dois cenários anteriores. Apesar do *drawdown* no período em que realizou-se o teste de otimização ter sido menor em relação aos analisados nos cenários I e II, a rentabilidade média acumulada anual no cenário III foi de 6,95%, valor bem inferior ao *buy-and-hold* no índice IBOVESPA, porém o risco máximo no IBOVESPA foi de 65,05%.

A situação apresentada referente ao *in-sample*, não se repete em relação ao período simulado, quando o sistema geraria rentabilidade média acumulada de 20,34% com *drawdown* de 19,73% e CAR/MDD de 1,03. O IBOVESPA obteria apenas 6,88% de rentabilidade média acumulada anual, com máximo *drawdown* de 59,96% e CAR/MDD de 0,11.

Na Figura 4.15, verifica-se o retorno anual em termos percentuais do *Trading System II* no cenário III.

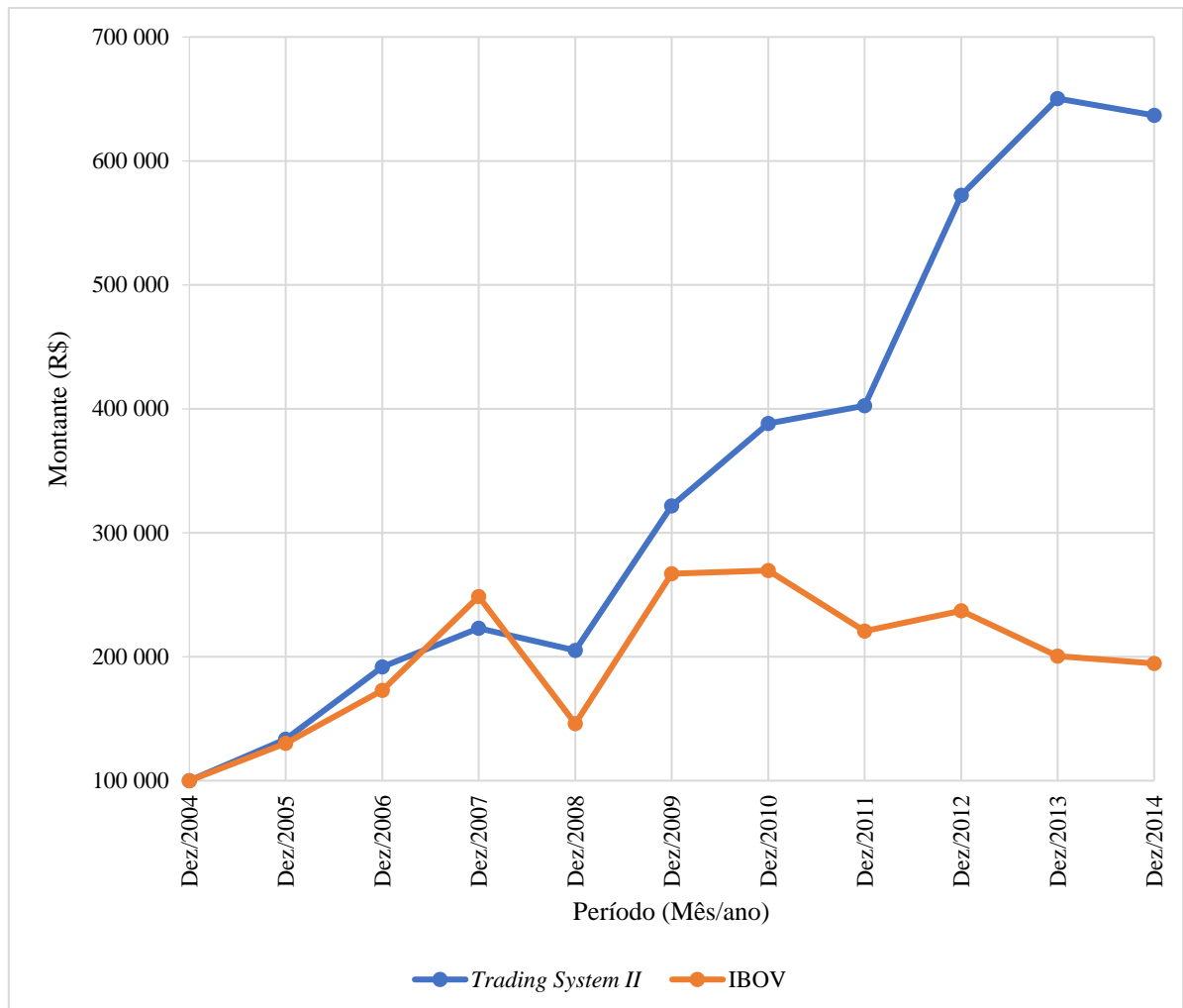


**Figura 4.15:** Rentabilidade do *Trading System II* no cenário III versus IBOVESPA

O *Trading System II*, de acordo com o gráfico demonstrado na Figura 4.15, geraria perda apenas no ano de 2008 no valor de 8,0% e no ano de 2014 perderia 2,1%, valores inferiores aos gerados pelo o IBOVESPA que perdeu 41,2% no ano de 2008 e em 2014 demonstrou queda de 2,9%. Já nos demais anos o *Trading System II*, no presente cenário geraria rentabilidade positiva.

Na Figura 4.16, demonstra-se a performance do *Trading System II*, no cenário III, ao levar em conta a manutenção da carteira hipotética, tendo como capital inicial de R\$ 100 000,00 aplicado

de acordo com o *position size* determinado no presente estudo, para os sistemas operados no mercado de ações.



**Figura 4.16:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System II*, no cenário III, versus o IBOV.

Diante do gráfico demonstrado na Figura 4.16, percebe-se que o *Trading System II* no presente cenário não superaria o cenário II, diante disso a estratégia de liquidez como condicionador para a compra de ações, não foi elemento positivo para as negociações através do *Trading System II*, embora no cenário III também o sistema mostrou-se que geraria rentabilidade significativa ao final do *out-sample*.

#### 4.2.4 Discussão

Diante do apresentado no cenário III, o *Trading System II* não superou o *Trading System I*, embora tenha se demonstrado rentável em todos os cenários, superando inclusive o *buy-and-hold* no IBOVESPA, ao considerar o período de simulação.

Na Tabela 4.10 é apresentado o resumo da performance do *Trading System II* nos três cenários estabelecidos para operações em *out-sample*.

**Tabela 4.10:** Performance do *Trading System II* nos diferentes cenários, ao considerar os resultados no período *out-sample*, frente o *buy-and-hold* no índice IBOVESPA.

Período	<i>Out-sample</i>			
	I	II	III	IBOV
Taxa de acerto (%)	42,29	44,41	48,21	-
Exposição (%)	78,03	79,36	64,01	100
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-16,73	-12,92	-19,73	-59,96
<i>Payoff Ratio</i>	2,52	2,81	3,34	-
<i>Sharpe Ratio</i>	0,27	0,19	0,41	-
<i>Profit Factor</i>	1,85	2,25	3,11	-
<i>Recovery Factor</i>	6,80	8,75	6,08	0,55
CAR/MDD	1,00	2,26	1,03	0,11
Retorno médio acumulado anual (%)	16,79	29,22	20,34	6,88

Ao avaliarmos os retornos gerados pelo *Trading System II* nos cenários considerados, percebe-se que em *out-sample*, o sistema geraria resultados positivos do ponto de vista da lucratividade, bem como em relação ao CAR/MDD.

Verificamos nas subseções (4.2.1) e (4.2.2), referente aos cenários I e II, respectivamente, que nas configurações estabelecidas para o sistema nesses dois cenários os resultados obtidos através das operações no *in-sample* foram bem próximos aos determinados no *out-sample*. Deste modo, o *Trading System II* mostrou-se fidedigno ao período otimizado e simulado. Porém, isso não se repetiu quando considerou-se a estratégia da liquidez (cenário III).

Ao avaliar o período de otimização, o sistema não demonstrou que superaria a rentabilidade gerada pelo IBOVESPA, nos cenários II e III, embora o risco seria significativamente menor caso fosse assumido para ser operado no mercado de ações, a partir de janeiro de 2005 à

dezembro de 2014. Podemos perceber na Tabela 4.10, que o sistema superaria o *buy-and-hold* no IBOVESPA em ambos os cenários, tendo como melhor caso o cenário II.

Ao levar em conta um *trading system* seguidor de tendências que gerasse maior rentabilidade no mercado de ações brasileiro, o *Trading System I* seria a melhor opção, diante das performances demonstradas na seção 4.1 e comparadas ao da seção 4.2.

### **4.3 Performance do *Trading System III***

Nesta seção será demonstrada a performance do *Trading System III*, o qual foi operado no mercado de futuros de forma hipotética, no período considerado pela amostra determinada no presente estudo.

Na medida em que foram incluídos filtros, determinou-se cenários distintos para avaliarmos a performance do *Trading System III* ao considerar determinado filtro, sendo assim, culminou em quatro cenários que serão descritos nas subseções: (4.3.1), (4.3.2), (4.3.3) e (4.3.4). Ao final, na subseção (4.3.5), faremos o resumo das performances geradas pelos os diferentes cenários determinados na presente seção.

#### **4.3.1 Cenário I**

Baseando-se na metodologia descrita na subseção (3.4.3), no capítulo 3, quando se tratou das estratégias utilizadas para a negociação através do *Trading System III*, determinou-se para o cálculo do *hilo-activator* valores específicos para cada ativo, diferente do *Trading System I*, no qual foi considerado apenas um par de parâmetros para o cálculo do *hilo-activator* para avaliar todos os ativos do mercado de ações.

Diante do exposto, determinou-se a combinação de parâmetros para o cálculo das médias correspondentes aos preços máximos e mínimos do *hilo-activator*, demonstrados na Tabela 4.11.



**Tabela 4.11** – Parâmetros determinados para o cálculo do *hilo-activator* em contratos de futuros.

Ativos	Intervalo em dias para o cálculo da média dos preços mínimos	Intervalo em dias para o cálculo da média dos preços máximos
Mini índice IBOVESPA	20	48
Soja	12	18
Petróleo	12	20
Mini dólar	36	19
Café	8	40
Boi gordo	13	10
Milho	6	4

Além de determinar os parâmetros descritos na Tabela 4.11, determinou-se através da otimização os valores para o cálculo da média do volume e o seu fator, obtendo respectivamente, 81 e 1.

As estratégias estabelecidas no cenário I são listadas a seguir:

- Realização de compras em ativos em que o preço de fechamento diário esteja acima da média dos preços máximos, obtidos no intervalo de dias determinado para o ativo considerado (Tabela 4.11), ou seja, o *hilo-activator* deve estar em modo compra;
- O volume de negócios do ativo no dia, deve ser maior que a média do seu volume dos últimos oitenta e um dias, para realizar-se a compra;
- Para operar em *short* o *hilo-activator* deve estar em modo venda, o que ocorre quando o preço de fechamento diário estar abaixo da média dos preços mínimos obtidos pelo ativo no intervalo considerado;
- O *position size* utilizado é o demonstrado na subseção (2.8.1) o qual é determinado para operações no mercado de futuros, bem como o *stop loss*.

Diante das estratégias estabelecidas, o *Trading System III* no cenário I, obteve a performance apresentada na Tabela 4.12, de modo que percebe-se que o sistema seria rentável em operações *long* e *long-short* no período *in-sample* e *out-sample*.

**Tabela 4.12** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System III* no cenário I em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>Long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	29,10	34,35	37,23	38,40
Exposição (%)	16,40	43,16	43,58	72,48
Máx. Drawdown da estratégia (%)	-24,77	-23,63	-18,49	-21,47
<i>Payoff Ratio</i>	4,53	3,31	4,43	3,14
<i>Sharpe Ratio</i>	0,56	0,61	0,69	0,60
<i>Profit Factor</i>	1,86	1,73	2,63	1,96
<i>Recovery Factor</i>	4,53	3,21	6,31	6,29
CAR/MDD	0,79	2,06	2,18	3,18
Retorno médio acumulado anual (%)	19,65	48,77	40,26	68,30

O sistema alcançou no período considerado *in-sample*, em operações *long*, retorno médio anual acumulado de 19,65%, máximo *drawdown* de 24,77% e CAR/MDD de 0,79. Apesar de ter obtido apenas 29,10% de taxa de acerto em operações *long*, a rentabilidade média das operações positivas foi bem acima da rentabilidade média das operações negativas, a relação alcançou 4,53 (*payoff ratio*).

Diante dos resultados gerados no *in-sample*, não seria má escolha utilizar o *Trading System III*, no cenário I, para operações *long* entre dezembro de 2007 à dezembro de 2014. Haja vista que o sistema se demonstrou lucrativo também no período simulado, no *out-sample*.

Caso o sistema fosse operado em *out-sample*, com as estratégias estabelecidas no presente cenário, geraria em operações *long* 40,26% de retorno médio anual acumulado, com máximo *drawdown* de 18,49% e CAR/MDD de 2,18, valores substancialmente melhores em relação aos demonstrados no período de otimização, além de manter um bom valor *payoff ratio* de 4,43.

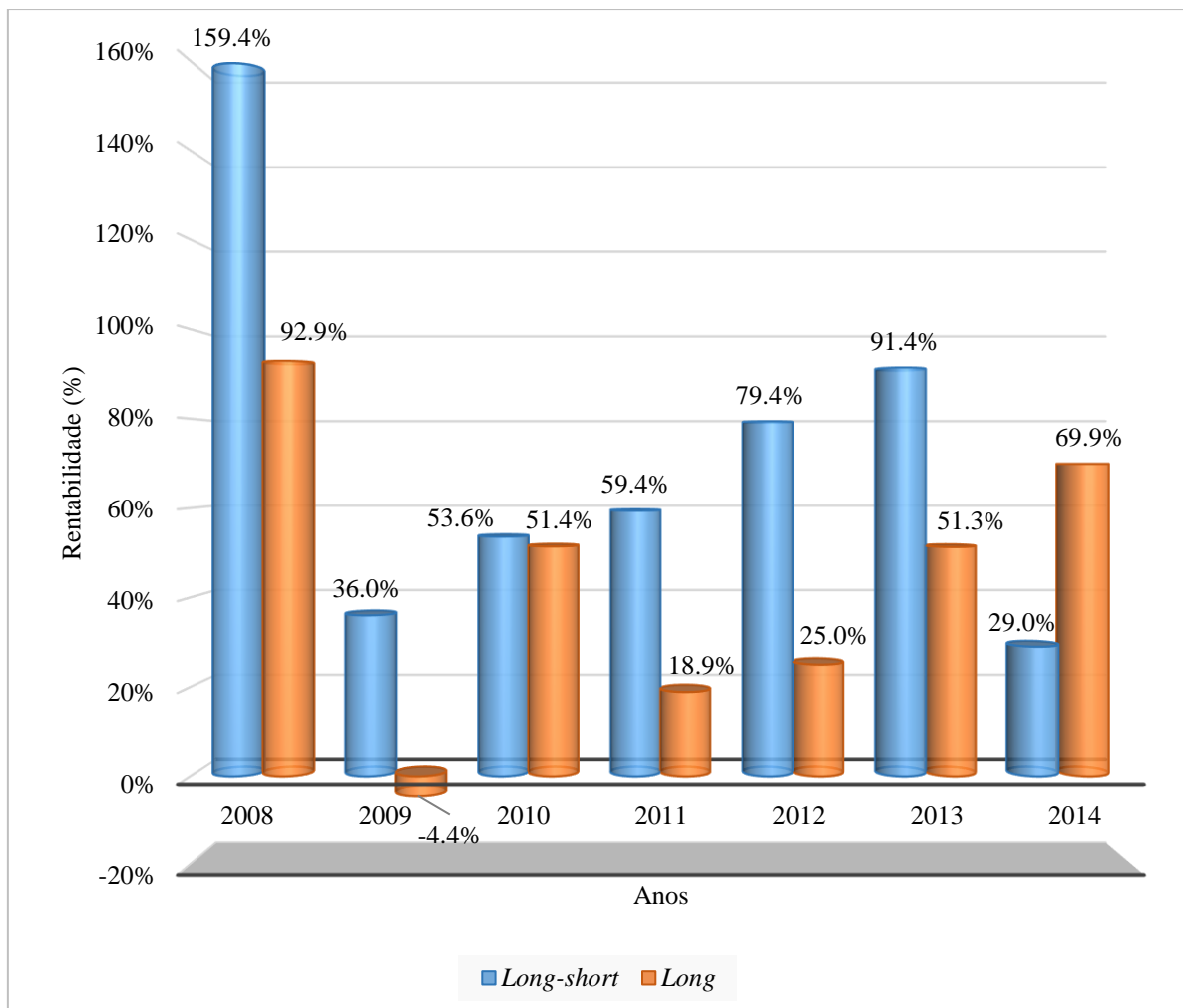
Apesar do *Trading System III* em operações *long*, no cenário I, demonstrar performance satisfatória em relação ao risco retorno, não conseguiu superar a estratégia *long-short*, tanto no período em que realizou-se a otimização, bem como no período em que foi realizado o *backtest*.

No intervalo *in-sample*, o *Trading System III* em operações *long-short* gerou retorno médio anual acumulado no valor de 48,77%, com máximo *drawdown* de 23,63% gerando assim CAR/MDD de 2,06% e *payoff ratio* de 3,31. Já no período em que considerou-se para a

realização do *backtest*, o sistema obteve 68,30% de retorno médio anual acumulado com máxima perda obtida em dado momento no valor de 21,47%, CAR/MDD de 3,18, bem como a rentabilidade média das operações positivas foi superior ao retorno médio das operações negativas, de modo que a relação *payoff ratio* alcançou 3,14.

Ao avaliarmos os gráficos das Figuras 4.17 e 4.18, se torna mais claro a superioridade da estratégia *long-short* frente a estratégia *long*, do *Trading System III* com os filtros condicionantes determinados para a realização da entrada ou saída de uma dada posição

No gráfico da Figura 4.17, demonstra-se o retorno anual acumulado do *Trading System II* em termos percentuais, ao considerar o presente cenário. Os resultados demonstram a performance do sistema no período *out-sample*.



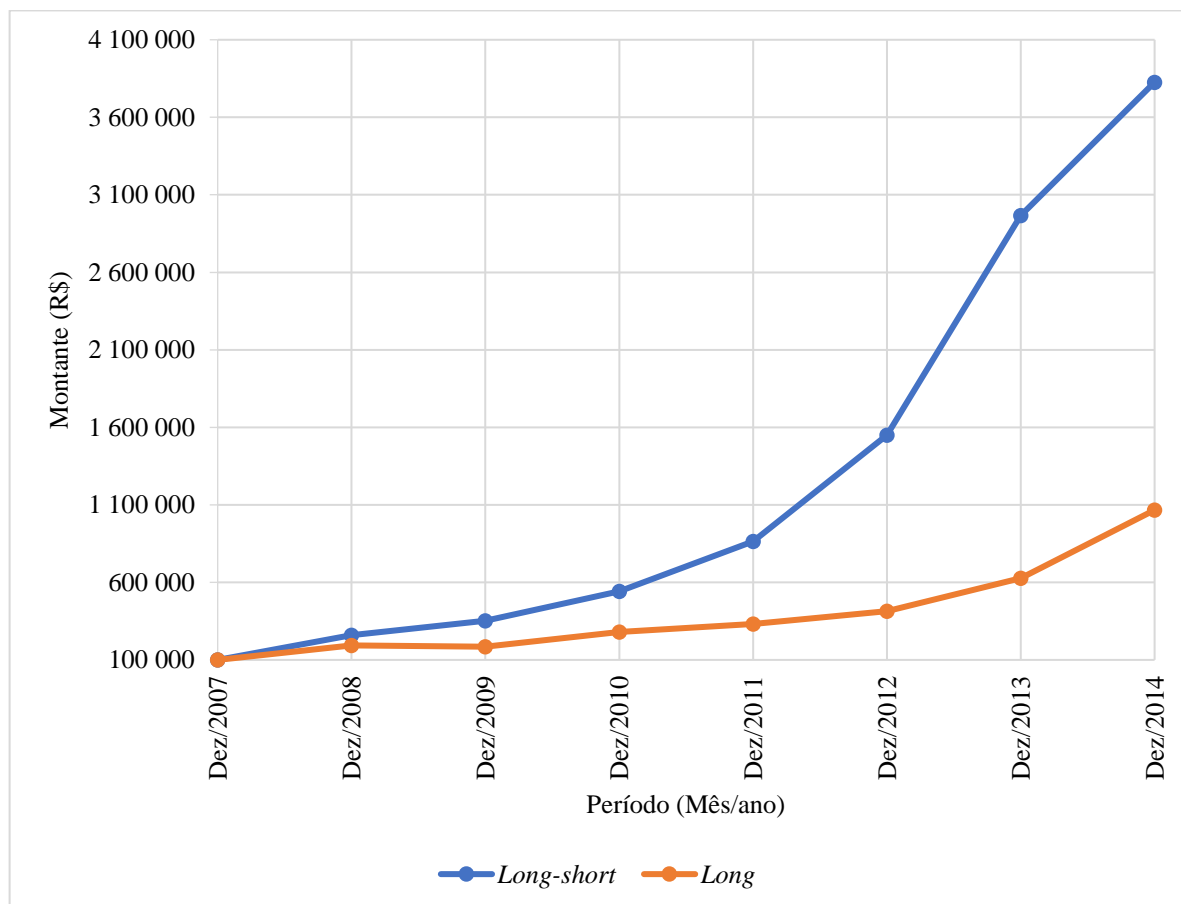
**Figura 4.17:** Rentabilidade anual do *Trading System III* no cenário I.

Percebe-se na Figura 4.17, que o sistema nas configurações do cenário I, caso fosse operado no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA, chegaria a proporcionar rentabilidade de até 159,5% em um único ano em operações *long-short*.

É demonstrado no gráfico da Figura 4.17, que operações *long-short* gerariam substancial retorno frente a estratégia *long*, exceto no ano de 2014, quando a estratégia *long* alcançaria 69,9% de rentabilidade no referido e a estratégia *long-short* obteria 29,0% de rentabilidade no mesmo período.

No ano de 2009, o sistema no cenário I em operações *long* chegaria a perder 4,4%, diferente da estratégia *long-short* que no mesmo ano demonstrou rentabilidade anual positiva no valor de 36,0%.

Apresenta-se no gráfico da Figura 4.18, o comportamento da manutenção da carteira hipotética no período correspondente ao *out-sample*, determinado através das operações hipotéticas realizadas pelo *Trading System III* nas configurações do cenário I.



**Figura 4.18:** Montante proporcionado de acordo com a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System III*, no cenário I, em operações *long* e *long-short*.

O comportamento demonstrado pelo *Trading System III*, no gráfico da Figura 4.18, é resultante da aplicação do capital hipotético de R\$ 100 000,00 (cem mil reais) de acordo ao método de *position size* considerado no presente trabalho para operações no mercado de futuros.

A evolução do capital aplicado, verificado na Figura 4.18, mostra que caso o sistema caso fosse utilizado para negociações no mercado de contratos futuros do Brasil, no período *out-sample*, geraria lucro significativo com ambas as estratégias de investimento. Porém, percebe-se que a estratégia *long-short* alcançaria rentabilidade substancialmente superior ao gerado pela estratégia *long*.

Na perspectiva de avaliar a inclusão do MACD na percepção de tendências pré-estabelecidas em determinado ativo e com o objetivo de certificarmos se o *Trading System III* poderia reduzir o risco e otimizar a rentabilidade em suas operações, configurou-se assim, o cenário II que será apresentado na subseção a seguir.

### 4.3.2 Cenário II

Neste cenário, considerou-se as estratégias determinadas no cenário I, no entanto foi incluído no conjunto de estratégias do *Trading System III*, o MACD com o objetivo de reduzir o risco do sistema bem como na tentativa de otimizar a rentabilidade. Deste modo, incluiu-se a seguinte estratégia:

- O MACD na escala diária deve estar em sinal de compra, o que ocorre quando a linha de sinal do MACD está acima da linha do MACD, como descrito na subseção (2.7.2).

A performance do *Trading System III*, quando considerado o cenário II, é demonstrada na Tabela 4.13. Avalia-se os retornos gerados pelo sistema seguidor de tendências nas estratégias de investimento *long* e *long-short*.

**Tabela 4.13** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System III*, no cenário II em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	35,10	37,93	40,00	40,39
Exposição (%)	15,14	43,84	38,27	71,60
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-21,11	-22,37	-20,42	-22,26
<i>Payoff Ratio</i>	4,02	3,12	4,05	3,02
<i>Sharpe Ratio</i>	0,83	0,76	0,67	0,55
<i>Profit Factor</i>	2,17	1,90	2,70	2,05
<i>Recovery Factor</i>	5,64	3,42	5,89	3,59
CAR/MDD	1,02	2,45	1,77	3,09
Retorno médio acumulado anual (%)	21,46	54,72	36,22	68,75

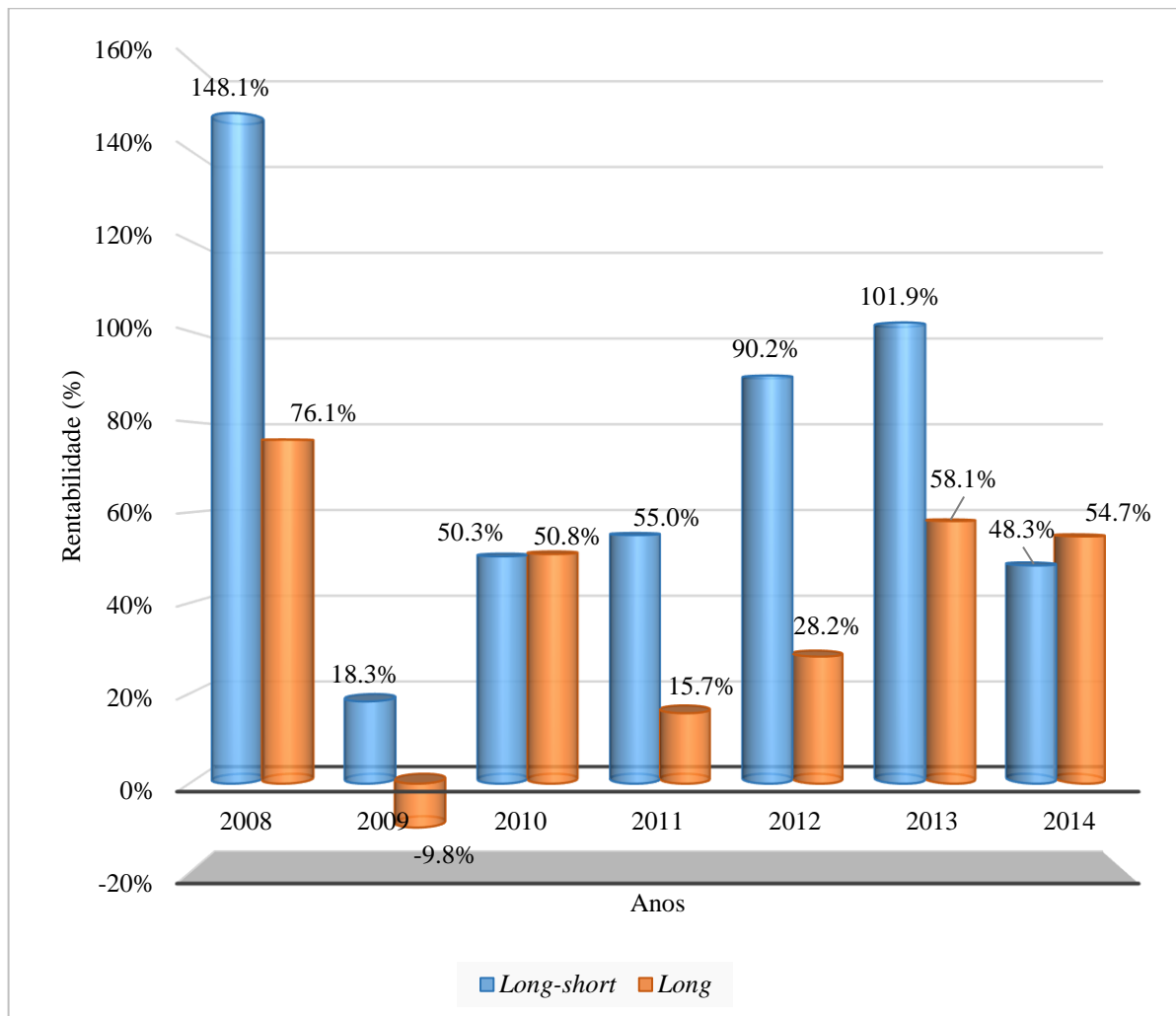
De acordo com a Tabela 4.13, o *Trading System III* no cenário II, em operações *long* gerou no período otimizado 21,46% de retorno médio anual acumulado, com máximo *drawdown* de 21,11% e CAR/MDD de 1,02, valores mais satisfatórios aos determinados no cenário I, na Tabela 12.

Já no período simulado em operações *long*, o sistema obteve 36,22% de rentabilidade média anual acumulada, máximo *drawdown* de 20,42%, CAR/MDD de 1,77 e *payoff ratio* no valor de 4,05. Comportamento inferior ao demonstrado no cenário I, quando não considerou-se o MACD enquanto condicionador para a compra.

O *Trading System III* no cenário II, em operações *long-short* no período otimizado demonstrou comportamento superior ao período de otimização determinado no cenário I, com 54,72% de retorno médio anual acumulado, com máximo *drawdown* de 22,37%, CAR/MDD no valor de 2,45, com *payoff ratio* de 3,12. O que poderia levar a um *trader* utilizar do sistema nas configurações do cenário II para operar no mercado, caso tivesse formatado o sistema seguidor de tendências no período considerado na amostra do presente estudo.

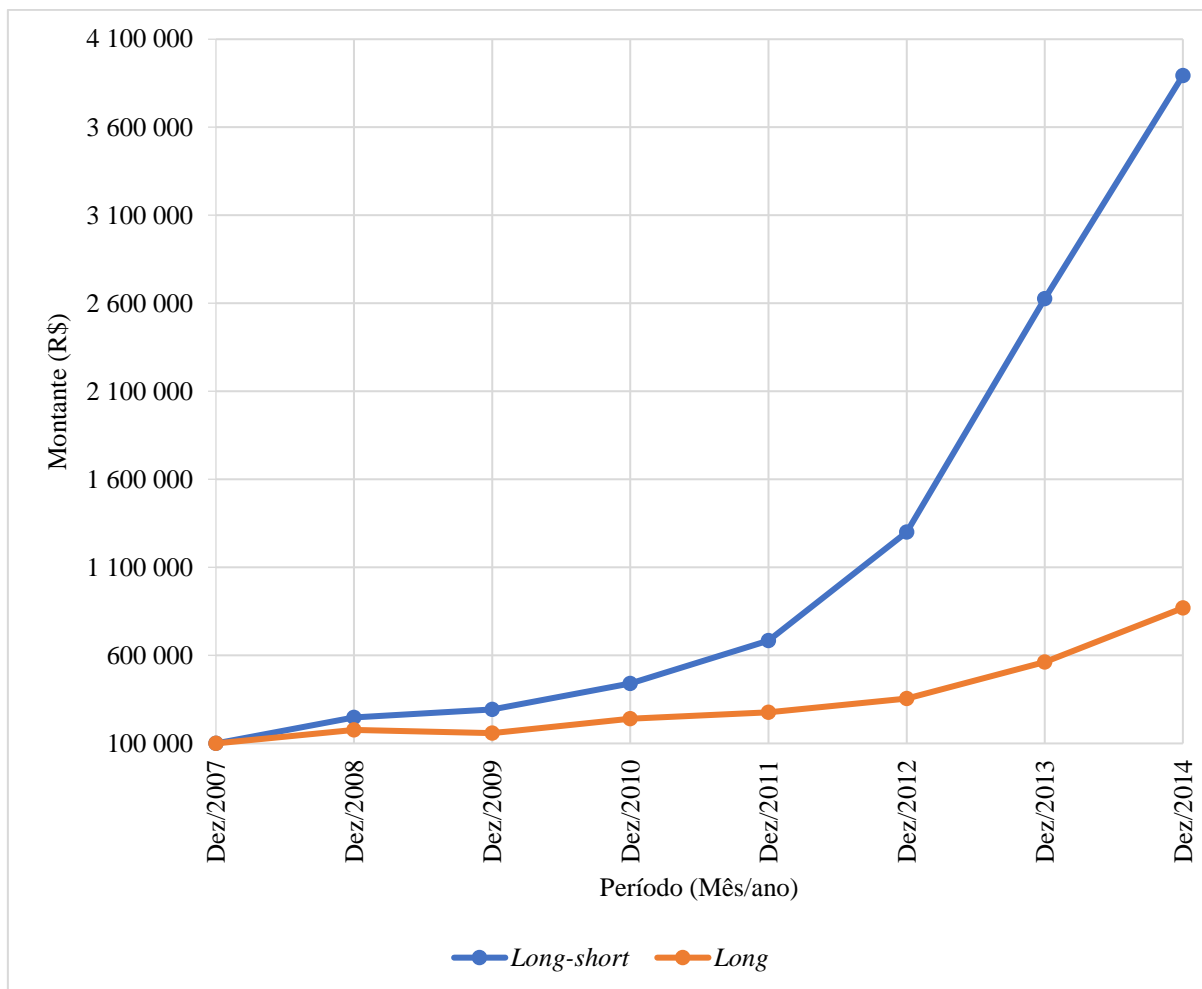
Para o período simulado, no *out-sample*, o sistema em operações *long-short* gerou 68,75% de retorno médio anual, máximo *drawdown* de 22,26%, CAR/MDD de 3,09, de modo que a rentabilidade média das operações positivas foi superior as das operações negativas, o *payoff ratio* alcançou 3,02.

Na Figura 4.19 demonstra-se o gráfico da rentabilidade anual em termos percentuais, do *Trading System III* no cenário II ao considerar o intervalo considerado como *in-sample*. Verifica-se que o sistema em operações *long-short* em todos os anos, geraria lucro substancial frente as operações *long*, mas percebe-se ainda que as duas estratégias gerariam lucro em todos os anos, exceto no ano de 2009 quando a estratégia *long* perderia 9,8% em suas operações.



**Figura 4.19:** Rentabilidade anual do *Trading System III* no cenário II.

Ao considerarmos os retornos percentuais anuais demonstrados na Figura 4.19, obtém-se o gráfico determinado na Figura 4.20, no qual apresenta-se a rentabilidade do sistema no cenário II ao aplicar cem mil reais de forma hipotética no mercado de futuros, de acordo o *position size* determinado no presente estudo para negociações em contratos futuros.



**Figura 4.20:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System III*, no cenário II, em operações *long* e *long-short*.

Diante da Figura 4.20, percebe-se que caso o *Trading System III* no presente cenário, caso fosse utilizado para operações *long* ou *long-short*, no período *out-sample* considerado no presente estudo, geraria rentabilidade significativa, com as duas estratégias. No entanto, a estratégia *long-short* superaria a estratégia *long*.

Haja vista que o *hilo-activator* foi a única estratégia utilizada para negociações a venda descoberto (*short*), nos cenários I e II, o que não é recomendável segundo Adrião (2009), que afirma que o *hilo-activator* pode ser usado como filtro de confirmação de compra ou de venda, sendo importante utilizar de outro indicador técnico para identificar a tendência. Incluímos mais uma estratégia no *Trading System III* para operar em *short*.

Diante do exposto, com o objetivo de avaliarmos se o MACD poderia influenciar nas operações de *short*, determinou-se o MACD também como um condicionador para vendas no cenário III.



### 4.3.3 Cenário III

No presente cenário, considerou-se as estratégias estabelecidas nos cenários (I e II), bem como incluiu a seguinte estratégia:

- Para entrar na posição *short* o MACD na periodicidade diária deve estar no modo venda, o que ocorre quando a linha de sinal do MACD, está abaixo da linha do MACD. (ver subseção 2.7.2).

Diante do conjunto de estratégias de negociação determinadas no cenário III, verificou-se o comportamento do *Trading System III*, caso fosse operado em negociações *long* e *long-short*, gerou-se assim a Tabela 4.14.

**Tabela 4.14** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System III* no cenário III em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

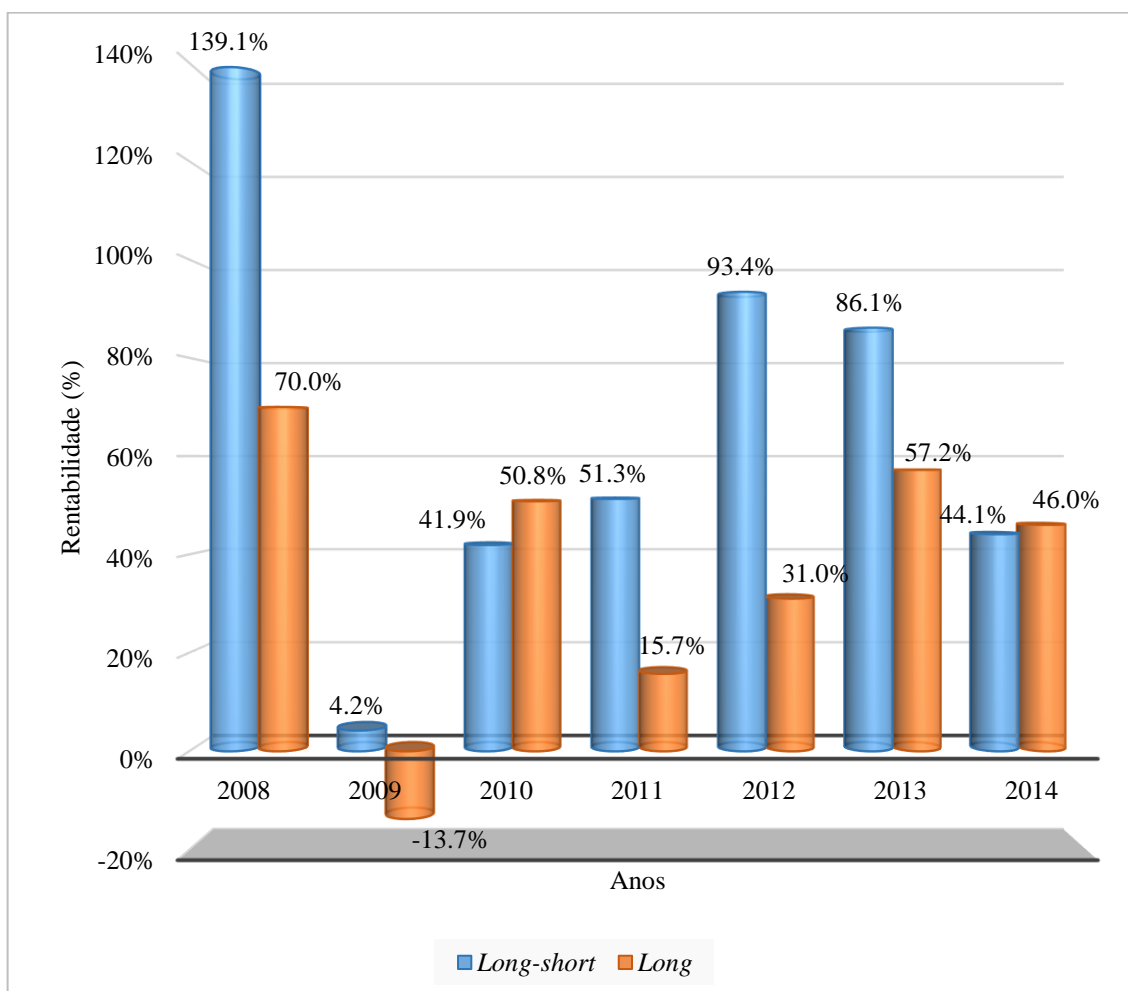
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	39,66	43,32	41,28	42,54
Exposição (%)	16,62	42,91	38,14	68,85
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-21,51	-25,08	-24,35	-21,61
<i>Payoff Ratio</i>	3,35	2,58	3,67	2,72
<i>Sharpe Ratio</i>	0,78	0,80	0,61	0,54
<i>Profit Factor</i>	2,20	1,97	2,58	2,01
<i>Recovery Factor</i>	5,03	2,96	5,81	4,10
CAR/MDD	1,09	2,35	1,39	2,81
Retorno médio acumulado anual (%)	23,40	58,99	33,88	60,77

O sistema ao considerar o MACD como condicionador para operações *short* demonstrou-se que geraria menor rentabilidade, caso fosse operado no mercado de futuros entre dezembro de 2007 à dezembro de 2014 nas operações *long* e *long-short*, em comparação ao cenário II, porém não de forma significativa.

No cenário II, no *out-sample*, o sistema obteria retorno médio acumulado anual de 36,22% em operações *long*, já no cenário III obteria 33,88%. Já em operações *long-short*, o sistema no cenário II geraria 68,75% de rentabilidade média anual, enquanto no cenário III alcançaria 60,77% com máximo *drawdown* de 21,61%, relação CAR/MDD de 2,81 e *payoff ratio* de 2,72.

Ao levar em conta o período em que realizou-se a otimização, a inclusão do MACD para condicionar a venda, houve aumento no máximo *drawdown* obtido pelo sistema, porém mostrou-se melhor rentabilidade anual acumulada e boa relação CAR/MDD de 2,35, com *payoff ratio* 2,58 e taxa de acerto de 43,32%. Isso para operações *long-short*, de modo a sinalizar que não seria má estratégia de investimento a ser considerada para negociações no período simulado.

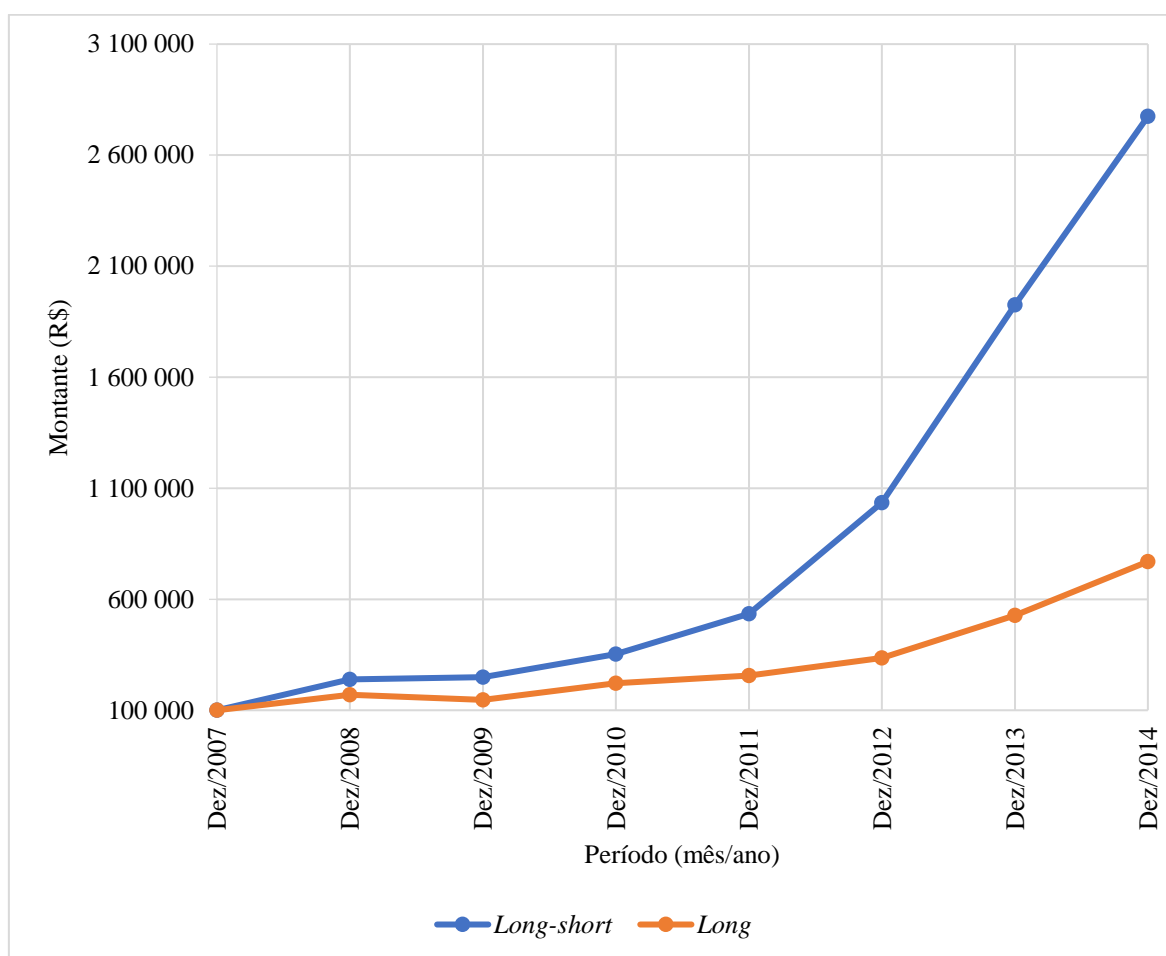
A Figura 4.21, mostra a rentabilidade do sistema no cenário III em termos percentuais ao final de cada ano, levando-se em conta o período *out-sample* considerado nesta dissertação. Percebe-se que o *Trading System III*, no presente cenário chegaria a uma rentabilidade em um único ano de 139,1% (em 2008) em operações *long-short* enquanto no mesmo ano em negociações apenas *long* geraria 70%.



**Figura 4.21:** Rentabilidade anual do *Trading System III* no cenário III.

Ao verificar o gráfico da Figura 4.21, certifica-se que o *Trading System III* nas configurações estabelecidas no presente cenário, teria rentabilidade positiva em todos os anos em negociações *long-short*, já para operações de apenas *long* não seria rentável no ano de 2009, quando obteria rentabilidade negativa no valor de 13,7%.

No gráfico da Figura 4.22, demonstra-se o comportamento da carteira hipotética gerada pelo *Trading System III* no cenário III, ao considerar a mesma metodologia empregada nos cenários I e II, no que se refere ao *position size* para negociações em contratos futuros.



**Figura 4.22:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System III*, no cenário III, em operações *long* e *long-short*.

Através da manutenção da carteira hipotética, o *Trading System III* no cenário III, alcançaria relevante montante ao final do ano de 2014, frente ao capital hipotético aplicado no início de 2008 nas operações *long-short*, além de superar a estratégia *long*, caso fosse utilizado como estratégia de investimento no mercado de futuros da BM&FBOVESPA, entre de janeiro de 2008 à dezembro de 2014.

Ao avaliar o *Trading System III*, no cenário III, percebe-se através da Tabela 4.14 e dos gráficos demonstrados nas Figuras 4.21 e 4.22, que ao levar em conta o MACD para a percepção da tendência também para as operações *short*, o sistema manteve-se com substancial rentabilidade no período simulado, e sem demonstrar grandes riscos, ao levarmos em conta, por exemplo, o máximo *drawdown*, e o *payoff ratio*.

No *Trading System I*, o qual teve sua performance apresentada na seção 4.1 em negociações no mercado de ações, avaliou-se a utilização do MACD para a percepção de tendências em duas periodicidades, semanal e mensal. Verificou-se que o sistema gerou melhor performance e reduziu o máximo *drawdown* ao considerar a análise de duas janelas temporais.

Diante do exposto, decidiu-se incluir no conjunto de estratégias do *Trading System III*, o MACD para filtrar o comportamento dos preços na periodicidade semanal, e avaliar se a performance do sistema poderia ser melhorada em negociações no mercado de futuros, assim como a referida estratégia proporcionaria ao *Trading System I* em operações no mercado de ações, ao considerar avaliações dos preços em distintas periodicidades.

#### **4.3.4 Cenário IV**

No presente cenário, além de considerar a configuração determinada no cenário III em relação ao conjunto de estratégias estabelecidas para realizar as negociações, considerou-se a seguinte estratégia para condicionar compra:

- O MACD na escala semanal deve estar em sinal de compra, o que ocorre quando a linha de sinal do MACD está acima da linha do MACD, como descrito na subseção 2.7.2.

Diante do exposto, realizou-se o *backtest* do *Trading System III* no cenário IV, de modo que obteve-se os resultados demonstrados na Tabela 4.15.

**Tabela 4.15** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System III* no cenário IV em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

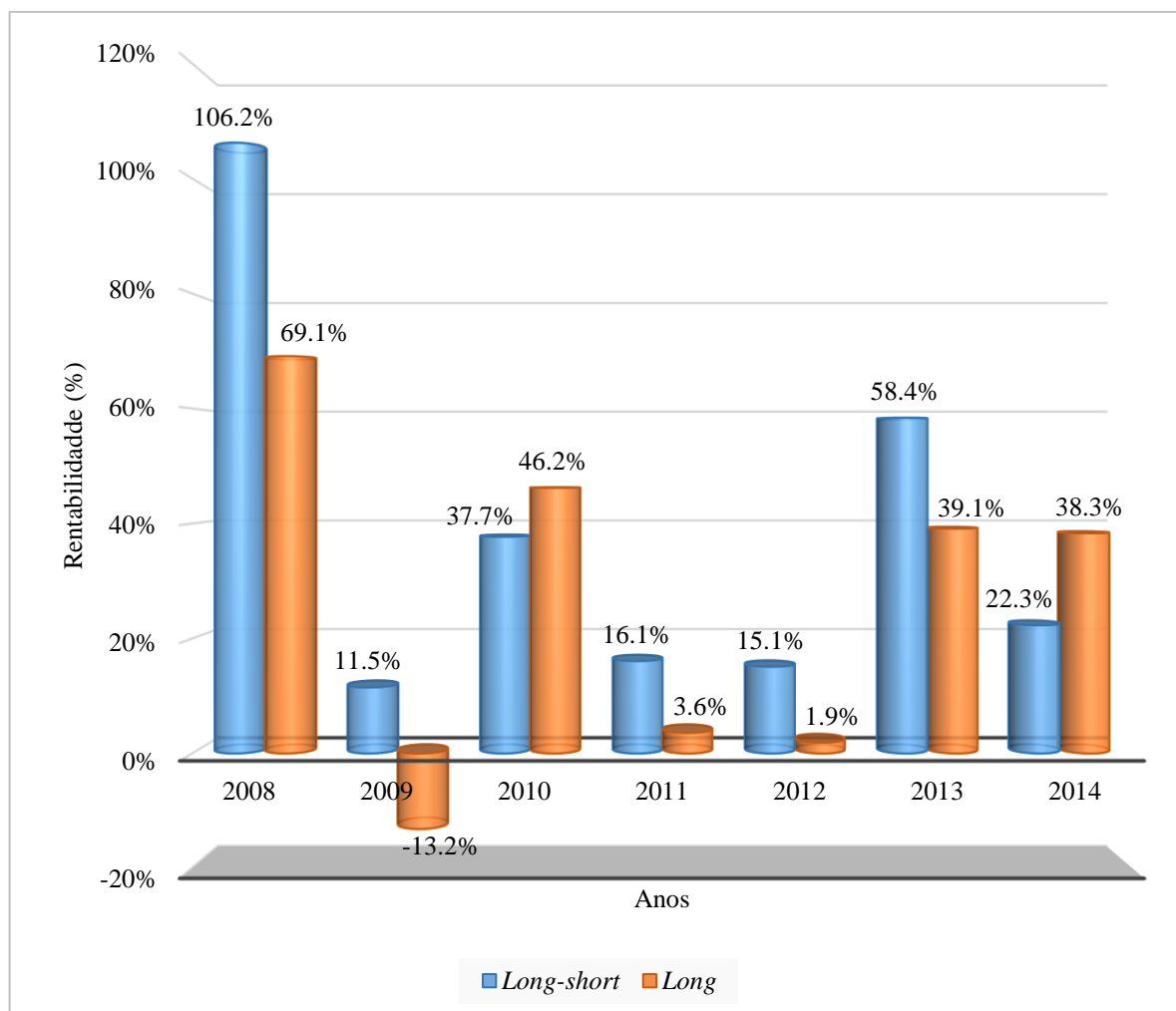
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Taxa de acerto (%)	40,79	38,15	38,46	35,29
Exposição (%)	10,30	46,23	33,48	72,55
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-17,16	-27,11	-17,64	-21,89
<i>Payoff Ratio</i>	3,37	3,08	3,93	3,20
<i>Sharpe Ratio</i>	0,81	0,59	0,60	0,39
<i>Profit Factor</i>	2,32	1,90	2,46	1,74
<i>Recovery Factor</i>	4,44	2,58	5,20	3,33
CAR/MDD	0,89	1,65	1,33	1,60
Retorno médio acumulado anual (%)	15,20	44,60	23,43	35,04

Ao considerar o MACD, enquanto indicador técnico para analisar o comportamento do mercado na periodicidade semanal, o sistema reduziu a rentabilidade média anual acumulada de forma significativa, ao comparar os resultados já demonstrados nos cenários anteriores.

O CAR/MDD reduziu de forma relevante no cenário IV em relação aos cenários I, II e III, tanto nas operações *long* quanto nas *long-short*, correspondentes aos períodos em que realizou-se a otimização e simulação.

O gráfico demonstrado na Figura 4.23, apresenta o comportamento do *Trading System III*, considerando-se o conjunto de estratégias estabelecidas no cenário IV, demonstra-se a rentabilidade anual em termos percentuais, proporcionada no período em que se realizou o *backtest*.

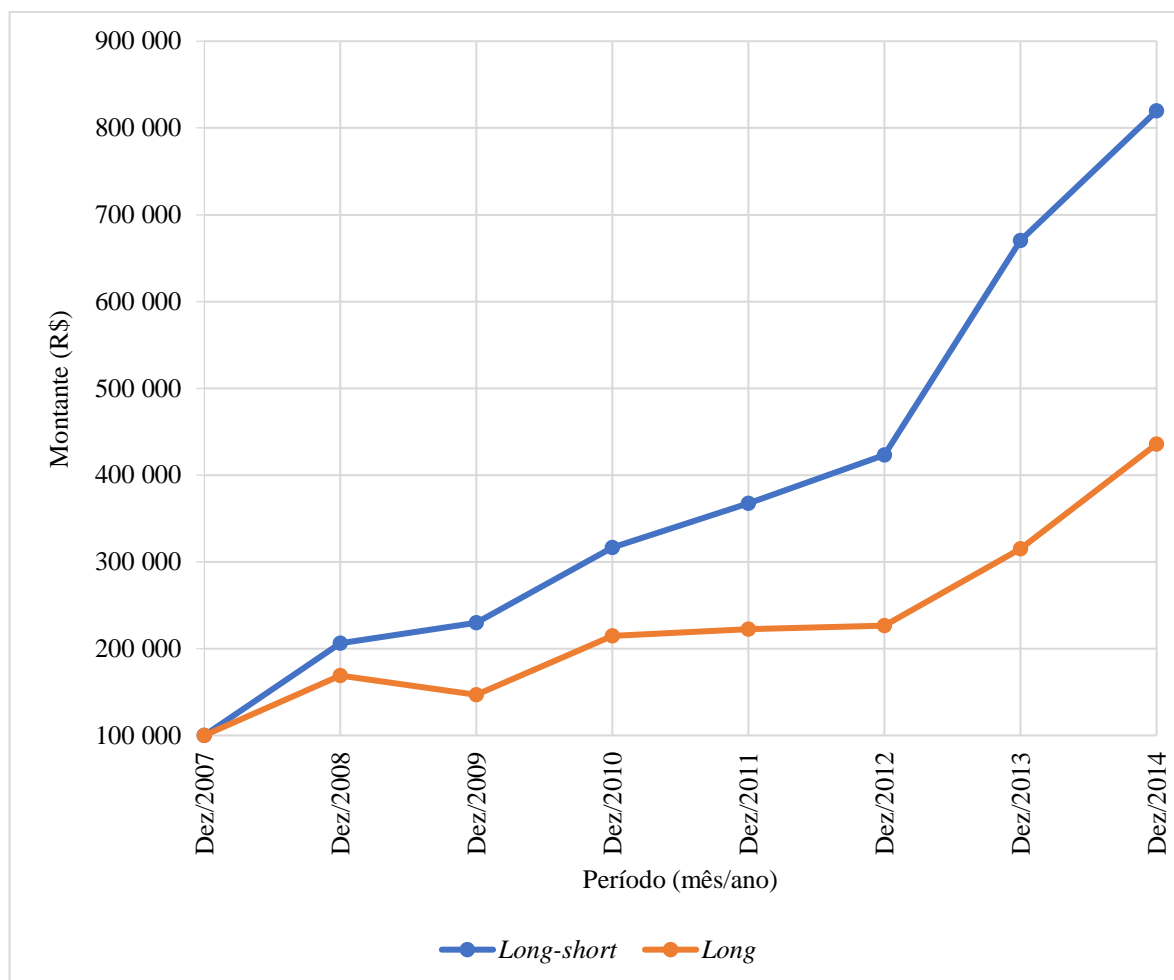
Verifica-se através da Figura 4.23 que o *Trading System III*, no presente cenário, caso fosse utilizado como estratégia de investimento *long-short*, geraria rentabilidade positiva em todos os anos considerados na simulação, porém com performance inferior aos demonstrados pelo *Trading System III* nos cenários I, II e III.



**Figura 4.23:** Rentabilidade anual do *Trading System III* no cenário IV.

O comportamento do sistema para as operações de apenas *long* também obteve significativa piora no cenário IV, ao considerar a janela temporal semanal para o MACD. Em 2009 geraria 13,2% de rentabilidade negativa e nos anos de 2011 e 2012 proporcionaria retorno positivo muito baixos, tendo como valores respectivamente de 3,6% e 1,9%.

No gráfico da Figura 4.24, demonstra-se o comportamento da carteira hipotética do *Trading System III*, no cenário IV, caso fosse operado no mercado de futuros brasileiro, considerando as séries históricas dos ativos considerados na amostra do presente estudo e utilizando do *position size* estabelecido no presente trabalho para negociações em futuros.



**Figura 4.24:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System III*, no cenário IV, em operações *long* e *long-short*.

Através do gráfico da Figura 4.24 percebe-se que o *Trading System III*, no presente cenário, geraria rentabilidade substancialmente menor em comparação aos cenários anteriores apresentados nas subseções: (4.3.1), (4.3.2) e (4.3.3).

Diante do exposto, o *Trading System III* ao considerar o MACD na periodicidade semanal, como mais um filtro condicionador para compra, não demonstrou performance superior em comparação aos demais cenários.

### 4.3.5 Discussão

Diante dos resultados demonstrados nos quatro últimos anteriores a esta subseção, verificou-se que o *Trading System III* geraria lucro significativo, caso fosse operado na compra e venda de contratos futuros na bolsa de valores brasileira no período correspondente a janeiro de 2008 à dezembro de 2014.

Demonstrou-se na seção 4.3, que a performance da estratégia *long-short*, em todos os cenários considerados para o *Trading System III*, superaria a estratégia *long* de forma substancial, com rentabilidade superior e melhor relação CAR/MDD. Como podemos verificar na Tabela 4.16.

**Tabela 4.16:** Performance do *Trading System III* nos diferentes cenários, ao considerar os resultados no período *out-sample*, em estratégias *long* e *long short*.

Período	<i>Out-sample</i>							
	I		II		III		IV	
Cenários	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>Long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégias								
Taxa de acerto (%)	37,23	38,40	40,00	40,39	41,28	42,54	38,46	35,29
Exposição (%)	43,58	72,48	38,27	71,60	38,14	68,85	33,48	72,55
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-18,49	-21,47	-20,42	-22,26	-24,35	-21,61	-17,64	-21,89
<i>Payoff Ratio</i>	4,43	3,14	4,05	3,02	3,67	2,72	3,93	3,20
<i>Sharpe Ratio</i>	0,69	0,60	0,67	0,55	0,61	0,54	0,60	0,39
<i>Profit Factor</i>	2,63	1,96	2,70	2,05	2,58	2,01	2,46	1,74
<i>Recovery Factor</i>	6,31	6,29	5,89	3,59	5,81	4,10	5,20	3,33
CAR/MDD	2,18	3,18	1,77	3,09	1,39	2,81	1,33	1,60
Retorno médio acumulado anual (%)	40,26	68,30	36,22	68,75	33,88	60,77	23,43	35,04

Ao considerar a adição dos filtros de forma escalonada, possibilitou a percepção da influência de cada filtro na performance do sistema em cada cenário, e conclui-se que o conjunto de estratégias determinadas no cenário III, dentre todos os cenários, foi a melhor.

Avaliou-se que o *Trading System III*, no cenário III, geraria rentabilidade substancial com alto CAR/MDD. Levando-se em conta, a utilização de estratégias que ao nosso entendimento torna o sistema mais seguro ao considerar além dos indicadores *hilo-activator* e volume, considerou-se no cenário III, o MACD na periodicidade diária, enquanto condição para realização de compra (*long*), bem como para operar na venda (*short*).

Partindo do pressuposto de não considerar apenas o *hilo-activator* em uma estratégia de negociação, como aponta Adrião (2009) e ao considerar o trabalho desenvolvido por Krausz (1998), consideramos o cenário III como melhor configuração do *Trading System III*.



O *Trading System III* ao considerar a estratégia do uso do MACD em duas janelas temporais (diária e semanal), para condicionar a venda, mostrou-se significativa piora em sua performance. Diferente do *Trading System I*, o qual foi operado para ações, ao considerar a estratégia de utilizar o MACD na periodicidade semanal e mensal, mostrou-se significativa melhora.

A divergência apresentada no parágrafo anterior, pode ter ocorrida por conta dos comportamentos distintos entre os mercados de ações e futuros, além disso os dois sistemas operaram em periodicidades diferentes, no caso *Trading System III*, as decisões de compra ou venda, ocorreram ao final do pregão diário. Já o *Trading System I* operou no fechamento do pregão semanal.

#### **4.4 Performance do *Trading System IV***

O *Trading System IV* foi operado em negociações no mercado de futuros, assim como *Trading System III*. Realizou-se operações com base no preço do fechamento diário em ativos de contratos futuros do conjunto da amostra considerada no presente estudo.

Realizou-se diferentes combinações com as médias móveis exponenciais de nove períodos, além de considerar o volume como filtro na estratégia de negociação, sendo assim, formou-se quatro cenários os quais serão apresentados nas subseções da presente seção.

Avaliou-se em cada cenário, a performance do *Trading System IV* em operações *long* e *long-short*, de modo a concluir qual das duas estratégias seriam mais vantajosa caso fossem consideradas em operações no mercado de futuros brasileiro, entre janeiro de 2008 à dezembro de 2014.

##### **4.4.1 Cenário I**

O conjunto de estratégias determinadas para o algoritmo do *Trading System IV*, no presente cenário, são apresentadas a seguir:

1. Determinar a média móvel exponencial, calculada sobre os nove fechamentos diários. De modo que para o cálculo desta média, sejam excluídos os dois últimos

fechamentos mais recentes gerados pelo o ativo, levando-se em conta o dia considerado para a negociação. Se esta média for maior que o preço de fechamento atual obtido pelo ativo, então pode-se realizar a compra;

2. Comprar se o preço diário dos últimos dois fechamentos, for superior a média móvel exponencial dos nove fechamentos diários, sendo que para o cálculo desta média não deve-se considerar o preço de fechamento atual (do dia);
3. Comprar se o preço de fechamento no dia atual for maior que a média móvel exponencial dos últimos nove fechamentos (incluindo o *candle* vigente);
4. O *position size* e *stop-loss* para negociações em futuros descritos na subseção (2.8.1), é integrado no *Trading System IV*;
5. Uma posição *short* é tomada quando é negada as condições descritas nos tópicos (1), (2) e (3).

Diante do conjunto de métodos estabelecidos no *Trading System IV*, no cenário I, determinou-se os resultados demonstrados na Tabela 4.17.

**Tabela 4.17** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System IV* no cenário I em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

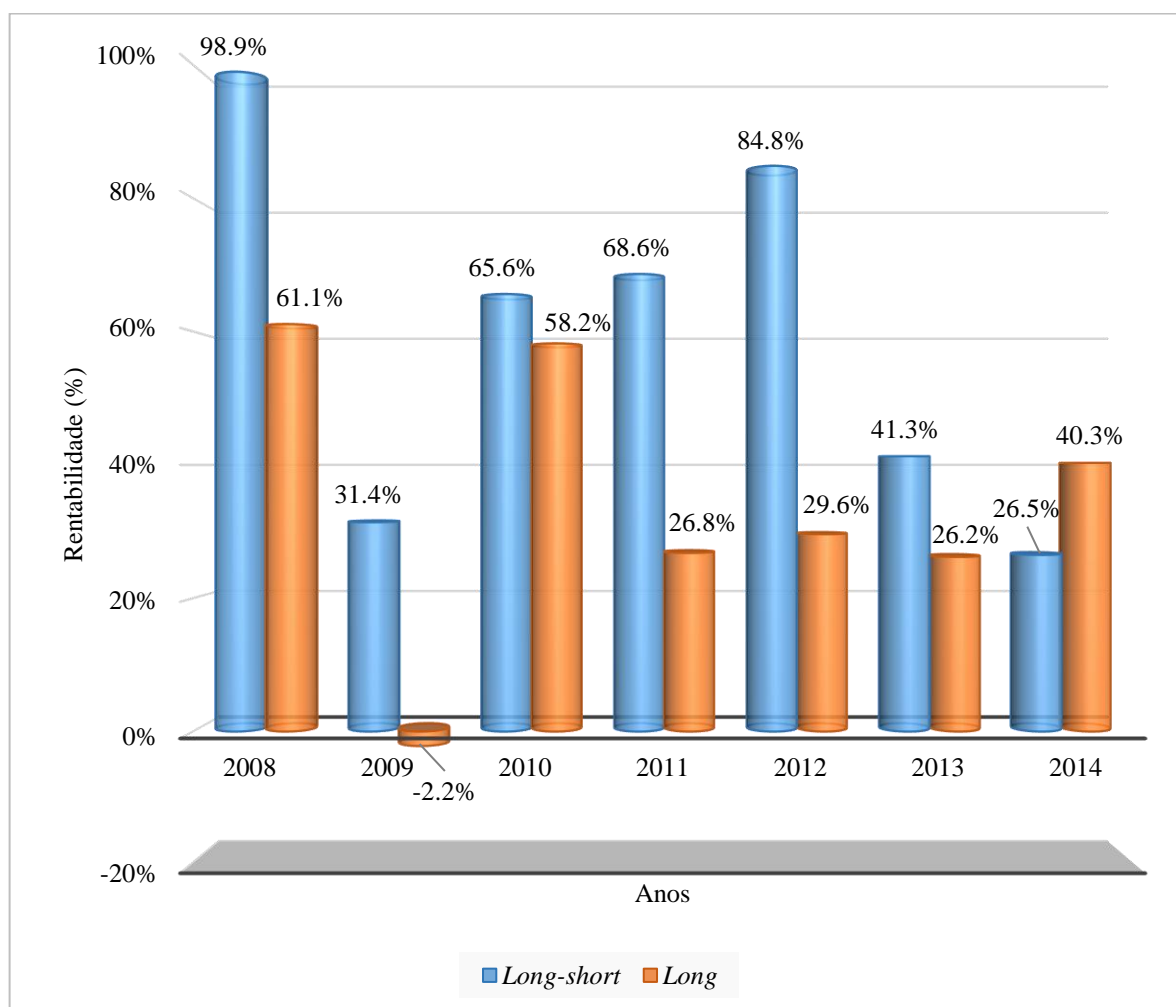
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	29,25	32,94	34,78	36,65
Exposição (%)	20,66	44,14	43,17	71,85
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-34,37	-30,58	-18,67	-19,01
<i>Payoff Ratio</i>	3,57	2,78	3,19	2,54
<i>Sharpe Ratio</i>	0,42	0,53	0,47	0,44
<i>Profit Factor</i>	1,48	1,37	1,70	1,47
<i>Recovery Factor</i>	2,54	2,18	5,51	4,26
CAR/MDD	0,61	1,54	1,75	3,03
Retorno médio acumulado anual (%)	21,13	47,10	32,71	57,59

No período correspondente ao *in-sample*, em que considerou-se como período de teste, para posteriormente realizar a simulação. O *Trading System IV* demonstrou-se rentabilidade positiva. Em operações *long*, o sistema demonstrou retorno médio anual acumulado de 57,59%, com 19,01% de máximo *drawdown*, CAR/MDD no valor de 0,61 e *payoff ratio* de 3,57.

Em operações *long-short*, no período *in-sample*, o sistema demonstrou retorno médio anual acumulado no valor de 47,10%, com máximo *drawdown* de 30,58%, CAR/MDD 1,54 e *payoff ratio* de 2,78, demonstrando-se comportamento superior a estratégia *long*.

Diante da Tabela 4.17, percebe-se que o *Trading System IV*, caso fosse assumido para negociações em contratos futuros na bolsa de valores brasileira, entre janeiro de 2008 e ao final de dezembro de 2014, obteria nas operações *long-short* 57,59% de rentabilidade média anual acumulada, com 19,01% de máximo *drawdown*, CAR/MDD de 3,03 e com *payoff ratio* de 2,54.

Caso o *Trading System IV*, no cenário I, fosse operado apenas em negociações *long* o sistema geraria rentabilidade significativa, porém inferior as operações através da estratégia *long-short*. Alcançaria rentabilidade média acumulada anual de 32,71%, com máximo *drawdown* de 18,67% e CAR/MDD de 1,75. Percebe-se ainda, através do gráfico da Figura 4.25, que a estratégia *long-short* superou de forma significativa a estratégia *long*, nos retornos anuais.

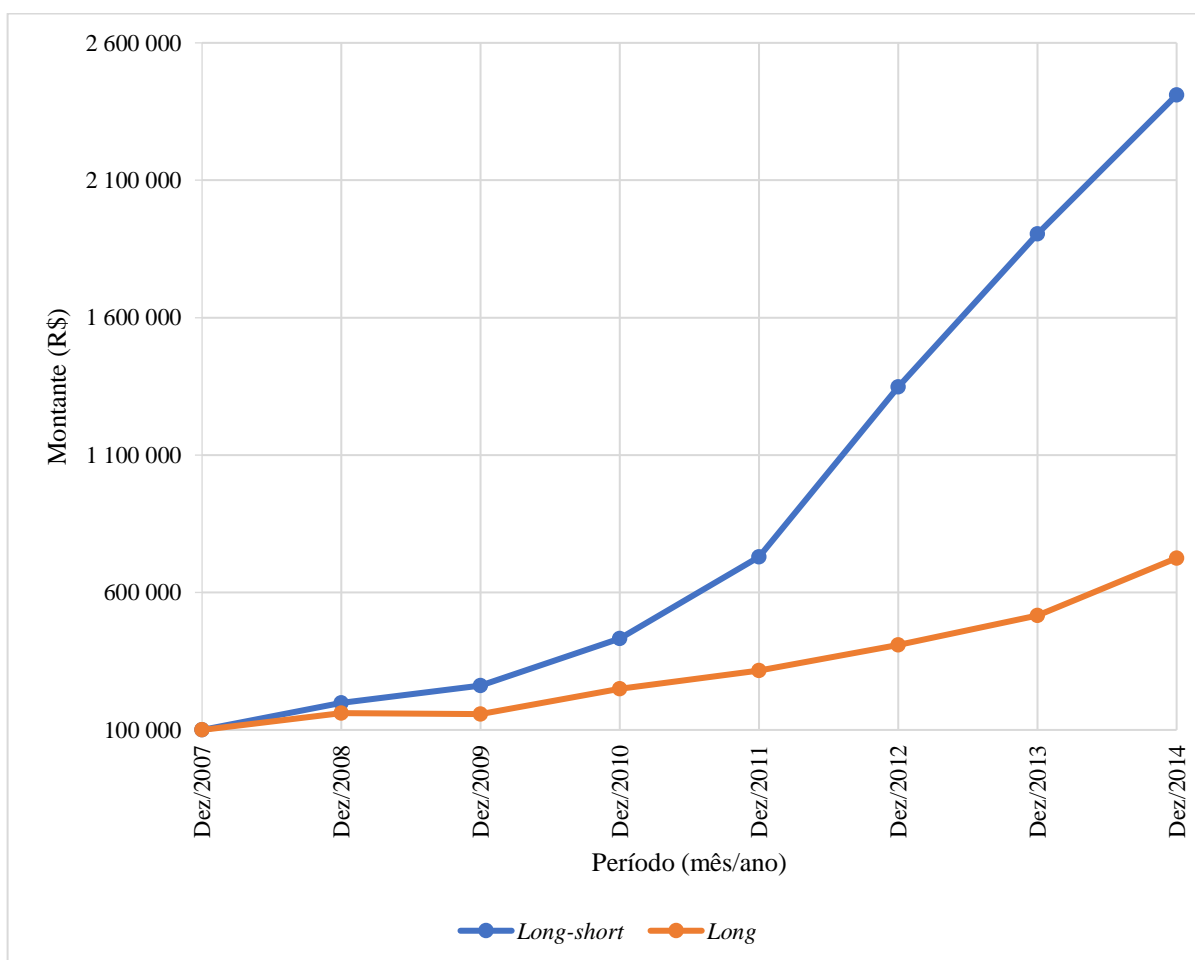


**Figura 4.25:** Rentabilidade anual do *Trading System IV* no cenário I.

Ao analisarmos o gráfico da Figura 4.25, certifica-se que o *Trading System IV* em operações *long-short*, geraria rentabilidade positiva em todos os anos considerados na simulação. Enquanto em operações *long*, apenas em um único ano (em 2009) gerou rentabilidade negativa de 2,2%, mas nos demais anos alcançaria rentabilidade positiva acima de 26%.

No gráfico da Figura 4.26, é perceptível que a manutenção da carteira hipotética, considerada através das estratégias estabelecidas no presente cenário para o *Trading System IV*, no período simulado proporcionaria substancial montante ao final de 2014, diante do capital hipotético aplicado.

De acordo as operações realizadas pelo o *Trading System IV*, no presente cenário, de acordo com a Figura 4.26, caso fosse utilizado no mercado de contratos futuros brasileiro no período considerado *out-sample* pelo presente estudo, seria uma opção vantajosa em ambas as estratégias *long* e *long-short*, sendo que esta última seria mais lucrativa.



**Figura 4.26:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System IV*, no cenário I, em operações *long* e *long-short*.

Apesar da performance do sistema no presente cenário ter sido positiva, considerou-se no cenário II (subseção 4.4.2), a utilização do volume como estratégia condicionadora para realizar a compra em determinado ativo, na tentativa de avaliar se seria possível reduzir o risco do sistema e otimizar a rentabilidade.

#### 4.4.2 Cenário II

No cenário II, além de considerar as estratégias estabelecidas na subseção (4.4.1), para condicionar a entrada ou saída de uma dada posição, inclui-se a seguinte estratégia no *Trading System IV*:

- Realizar a compra se o volume de negócios do ativo ao final do pregão diário, estiver maior que a média móvel simples dos últimos 13 dias do volume de negócios do mesmo ativo.<sup>20</sup>

Diante das estratégias determinadas, demonstra-se a performance do *Trading System IV*, no cenário II, na Tabela 4.18.

**Tabela 4.18** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System IV* no cenário II em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	34,27	38,67	31,78	35,32
Exposição (%)	10,62	40,79	27,99	68,35
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-25,37	-20,55	-20,93	-18,97
<i>Payoff Ratio</i>	3,09	2,40	3,24	2,40
<i>Sharpe Ratio</i>	0,52	0,55	0,28	0,21
<i>Profit Factor</i>	1,61	1,52	1,51	1,31
<i>Recovery Factor</i>	2,21	3,62	3,22	3,79
CAR/MDD	0,44	1,80	0,51	1,10
Retorno médio acumulado anual (%)	11,26	36,90	10,66	20,91

<sup>20</sup> O intervalo considerado de treze dias para o cálculo da média, foi determinado através da otimização no período de dezembro de 2000 à dezembro de 2007. Nesta otimização, o fator que deveria ser aplicado sobre a média do volume, foi determinado no valor 1, sendo assim, um elemento neutro na estratégia do volume descrita na subseção 3.4.4, no capítulo 3.

Ao considerar o volume como estratégia de compra, o *Trading System IV*, no período em que realizou-se a otimização, demonstrou em operações *long*, retorno médio anual acumulado de 11,26%, valor inferior ao determinado no cenário I, no entanto o máximo *drawdown* caiu para 25,37% em relação ao determinado no cenário I, em contrapartida a relação CAR/MDD de 0,44 do cenário II foi inferior ao demonstrado no cenário I.

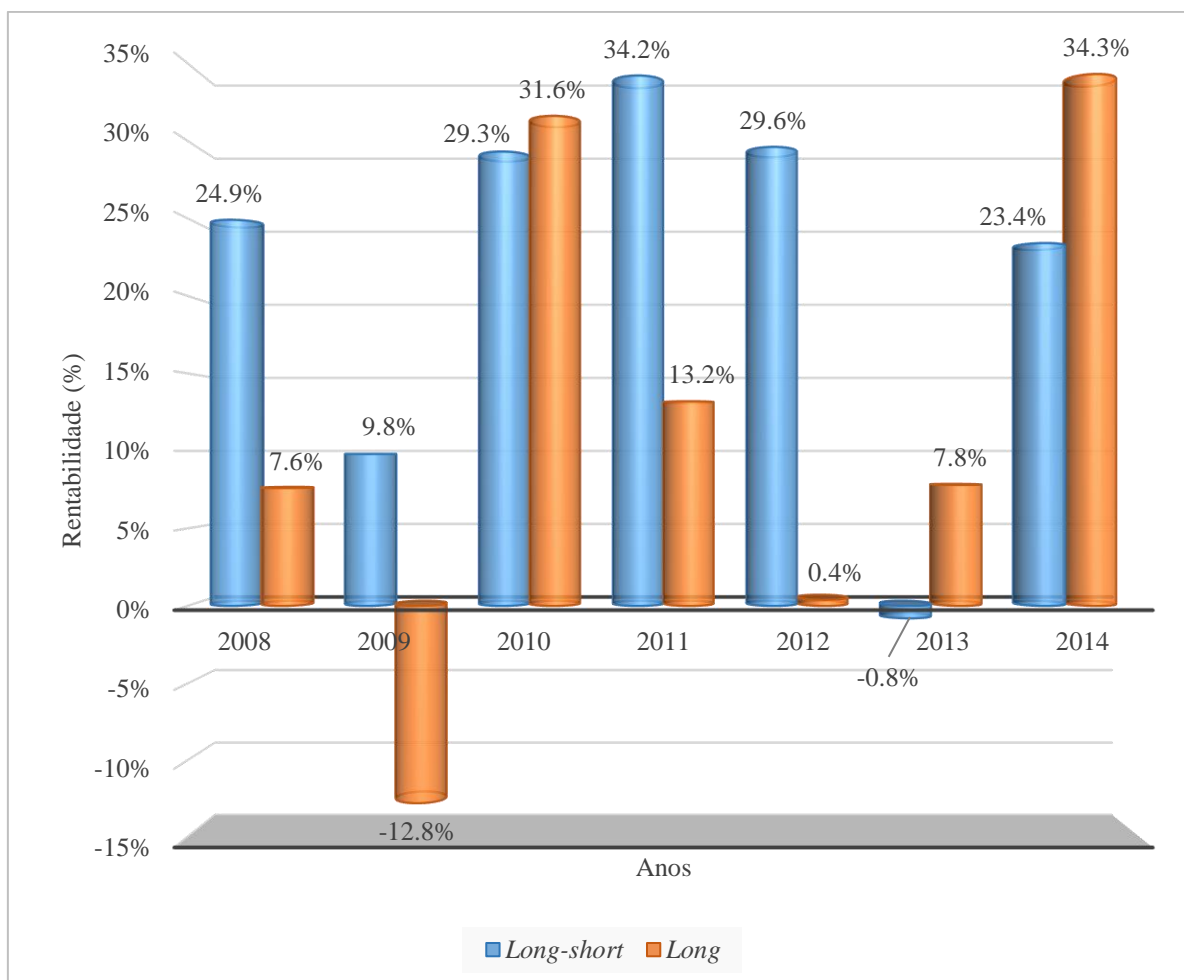
No período simulado o sistema, em operações *long* gerou rentabilidade média acumulada anual de 10,66%, com máximo *drawdown* de 20,93% e CAR/MDD de 0,51, não superando a mesma estratégia nas condições em que configurou-se o sistema no cenário I.

Em operações *long-short* o sistema com as configurações do cenário II, não superaria a rentabilidade média acumulada anual, nem a relação CAR/MDD, demonstrados no cenário I, nos períodos *in-sample* e *out-sample*.

De acordo com a Tabela 4.15, o sistema nas operações *long-short* geraria no período simulado retorno médio anual acumulado no valor de 20,91%, com máximo *drawdown* de 18,97% e CAR/MDD 1,10, superando a estratégia *long* no presente cenário, porém com significativa piora na performance do sistema em comparação ao cenário I.

Ao avaliarmos o gráfico da Figura 4.27 e compararmos com o gráfico da Figura 4.25, é perceptível que as taxas das rentabilidades anuais, na maioria dos anos considerados, são significativamente menores, no cenário II.

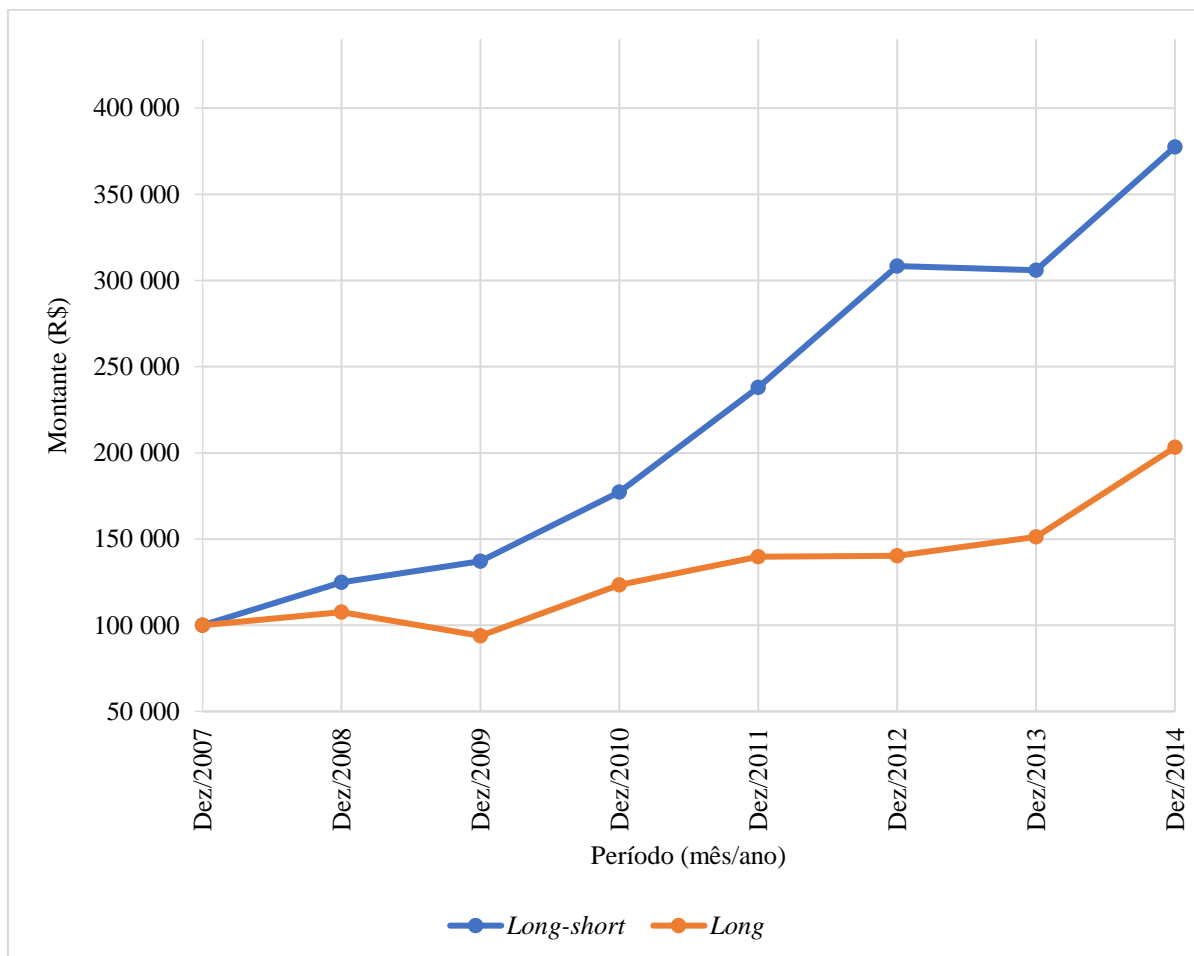
O *Trading System IV* chega a perder 12,8% em operações *long* no ano de 2009 e 0,8% em 2013 nas operações *long-short*, diferente do cenário I, quando o sistema alcançaria 41,3% no mesmo ano em negociações *long-short*.



**Figura 4.27:** Rentabilidade anual do *Trading System IV* no cenário II.

De acordo ao gráfico determinado na Figura 4.27, percebe-se que o sistema seguidor de tendências estabelecido nas configurações do presente cenário, não seria uma má opção do ponto de vista da rentabilidade proporcionada nos anos considerado pelo o *out-sample*, pois se o *Trading System IV* caso fosse operado em negociações *long-short*, geraria em um único ano 34,2% de lucro. Muito embora, que nas operações realizadas no ano de 2013, o sistema gerasse queda no valor de 0,8%.

No gráfico da Figura 4.28, demonstra-se a performance do *Trading System IV*, no cenário II, ao levar em conta a manutenção da carteira hipotética, tendo como capital inicial de cem mil reais aplicado de acordo com o *position size* determinado no presente estudo, para os sistemas operados no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA.



**Figura 4.28:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System IV*, no cenário II, em operações *long* e *long-short*.

De acordo com a Figura 4.28, o *Trading System IV*, no cenário II, em operações *long* mostrou-se que caso fosse operado no mercado de contratos futuros do Brasil, geraria ao final de 2014 significativo montante ao considerar o *out-sample* do presente estudo, porém não superaria a estratégia *long-short*.

Ao compararmos os gráficos das Figuras 4.28 e 4.26, é perceptível que a performance do *Trading System IV* nas configurações estabelecidas no presente cenário, teve significativa piora em relação ao cenário I, em ambas as estratégias *long* e *long-short*.

Diante do exposto, o *Trading System IV* no cenário II, ao incluir o volume como mais um indicador técnico para a tomada de decisão de compra, obteve-se relevante piora na performance do *Trading System IV*, em comparação ao cenário I, quando não se considerou o volume como um condicionador para realização de compras.



### 4.4.3 Cenário III

No presente cenário, desconsiderou-se a utilização do volume como condicionador para a realização de compra, no conjunto de estratégias no *Trading System IV*, haja vista a baixa performance do sistema no cenário II. Porém, levou-se em conta as estratégias estabelecidas no cenário I e incluiu no sistema a seguinte estratégia:

- Comprar se o preço de fechamento no dia atual (de negociação) for maior que a média móvel exponencial dos últimos nove fechamentos na periodicidade semanal.

Diante do apresentado, o *Trading System IV* no cenário III, gerou a performance demonstrada na Tabela 4.19.

**Tabela 4.19** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System IV* no cenário III em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

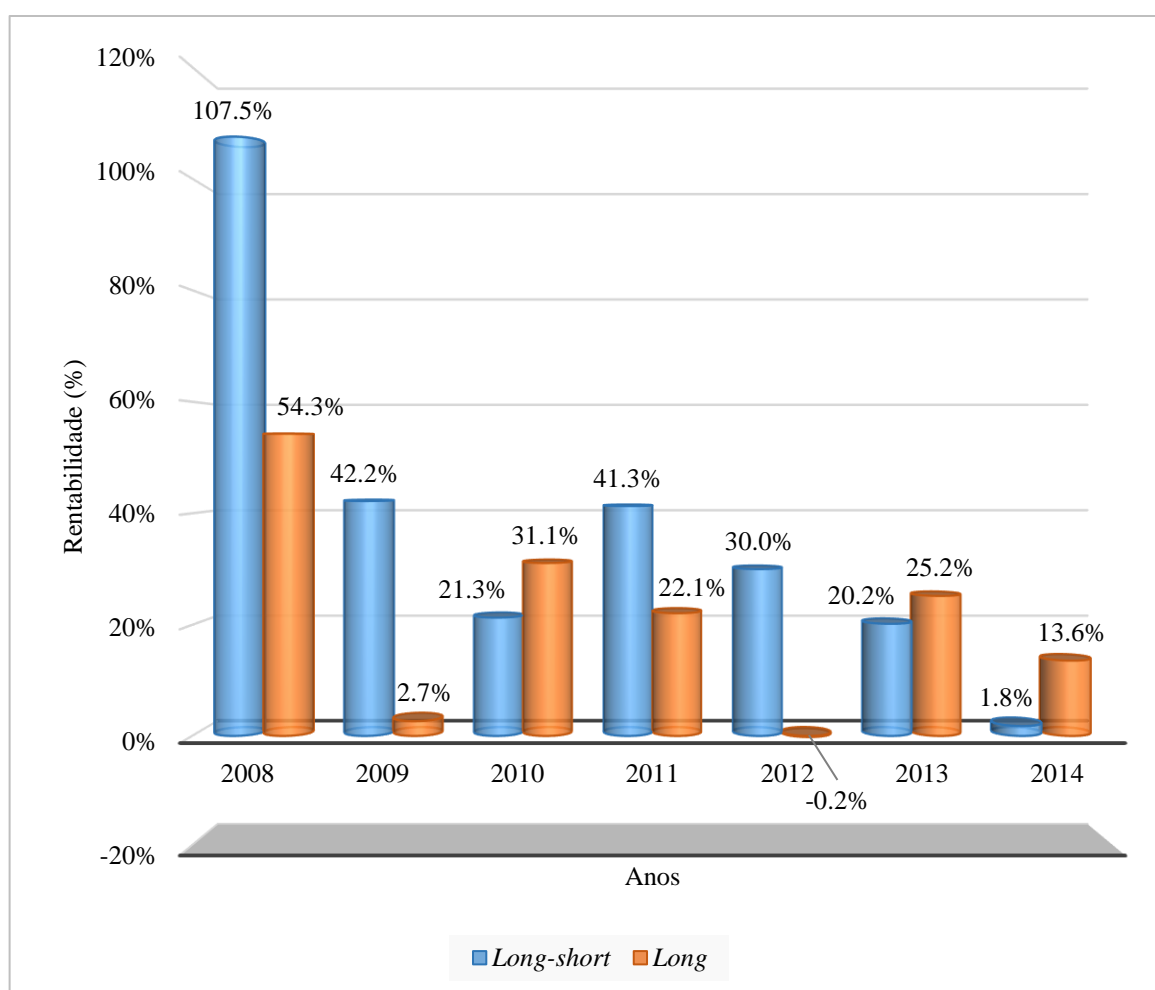
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	31,76	31,79	35,14	34,24
Exposição (%)	12,43	45,82	36,19	74,40
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-26,50	-38,27	-22,15	-23,62
<i>Payoff Ratio</i>	3,10	2,92	2,98	2,72
<i>Sharpe Ratio</i>	0,38	0,40	0,40	0,28
<i>Profit Factor</i>	1,44	1,36	1,61	1,42
<i>Recovery Factor</i>	2,15	1,44	3,25	3,11
CAR/MDD	0,46	0,87	0,91	1,47
Retorno médio acumulado anual (%)	12,22	33,21	20,07	34,70

O sistema no presente cenário, mostrou-se menos rentável em relação ao cenário I, com piora significativa no máximo *drawdown* no período em que realizou-se otimização, bem como no período simulado no caso das operações em *long-short*.

O *Trading System IV* no *backtest*, geraria rentabilidade média acumulada no valor de 34,70%, caso fosse utilizado em operações *long-short*, com CAR/MDD de 1,47, máximo *drawdown* de 23,62% e boa relação de *payoff* no valor de 2,72.

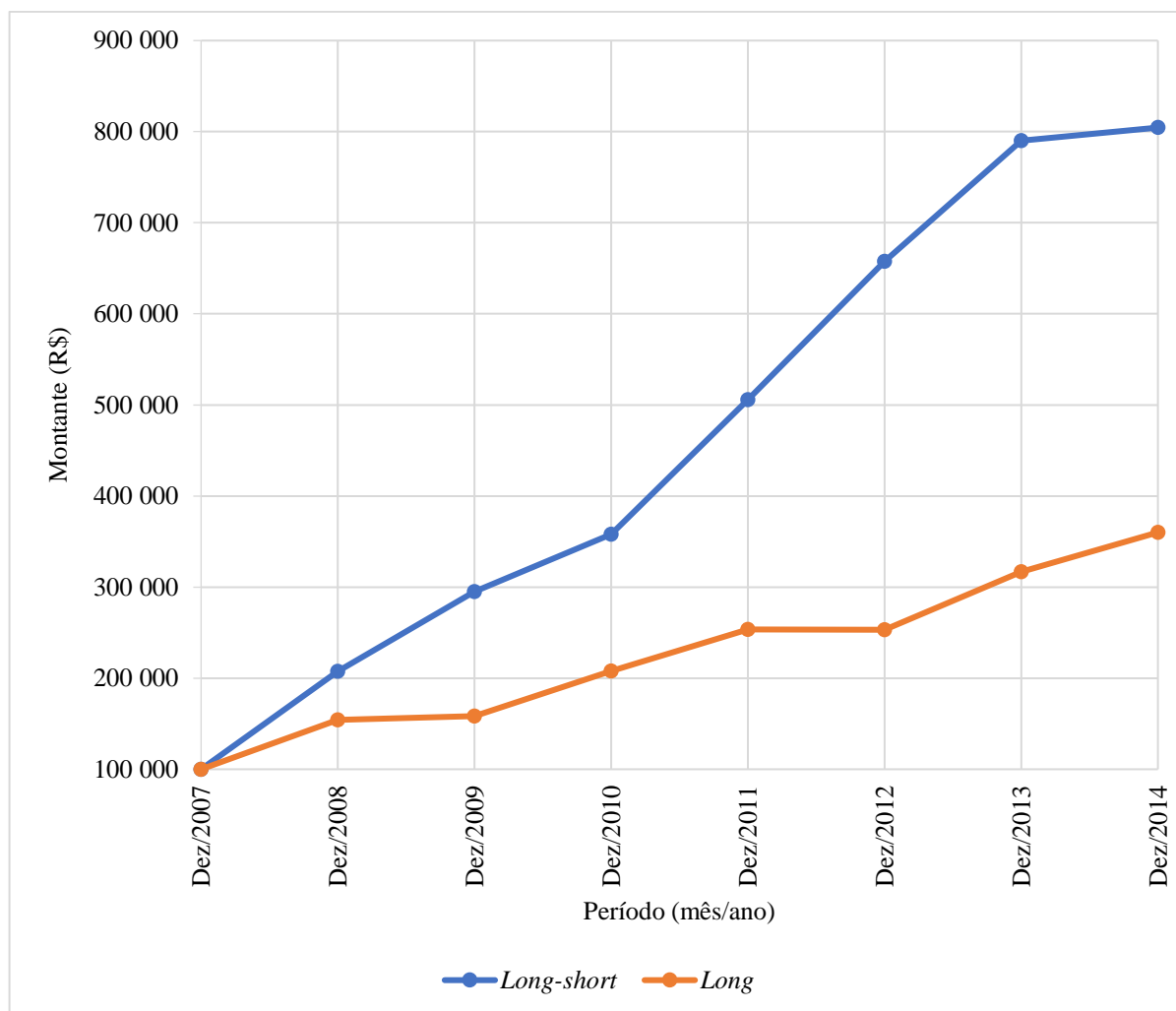
Em operações *long*, o *Trading System IV* no presente cenário, geraria 20,07% de rentabilidade média anual, com máximo *drawdown* de 22,15% gerando um CAR/MDD no valor 0,91. Performance inferior ao determinado através das operações *long-short*.

A rentabilidade anual em termos percentuais, gerada no cenário III pelo *Trading System IV*, é demonstrada no gráfico da Figura 4.29, no qual percebe-se que em operações *long-short* o sistema geraria rentabilidade significativa ao final de cada de cada ano, exceto no ano de 2014, quando alcançaria apenas 1,89% de rentabilidade. Percebe-se ainda, que a estratégia *long* não superaria a estratégia *long-short* na maioria dos anos considerados.



**Figura 4.29:** Rentabilidade anual do *Trading System IV* no cenário III

Já no gráfico da Figura 4.30, demonstra-se o comportamento da carteira hipotética gerada pelo *Trading System IV* ao longo dos anos considerados pelo *out-sample*, através da manutenção da carteira hipotética, considerada pelo conjunto de estratégias estabelecidas para o cenário III. Aplicou-se como capital hipotético inicial de cem mil reais e considerou-se o mesmo *position size* utilizado no *Trading System III*.



**Figura 4.30:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System IV*, no cenário III, em operações *long* e *long-short*.

Diante do gráfico demonstrado na Figura 4.30, percebe-se que caso o sistema seguidor de tendências, *Trading System IV*, fosse considerado como estratégia de investimento no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA entre dezembro de 2007 e dezembro de 2014, proporcionaria rentabilidade significativa, seja em operações *long* ou *long-short*.

De acordo ao que foi demonstrado na presente subseção, o *Trading System IV* no cenário III, não superaria a performance gerada no cenário I, porém mostrou-se mais rentável quando comparado ao cenário II.

#### 4.4.4 Cenário IV

Neste cenário, buscou-se incluir todos os filtros estabelecidos como estratégias de negociação consideradas nos cenários anteriores descritos nas subseções (4.4.1), (4.4.2) e (4.4.3). Deste modo, considerou-se as seguintes estratégias para o *Trading System IV*, no cenário IV:

1. Determinar a média móvel exponencial, calculada sobre os nove fechamentos diários. De modo que para o cálculo desta média, sejam excluídos os dois últimos fechamentos mais recentes gerados pelo ativo, levando-se em conta o dia considerado para a negociação. Se esta média for maior que o preço de fechamento atual obtido pelo ativo, então pode-se realizar a compra;
2. Comprar se o preço diário dos últimos dois fechamentos, for superior a média móvel exponencial dos nove fechamentos diários, sendo que para o cálculo desta média não deve-se considerar o preço de fechamento atual (do dia);
3. Comprar se o preço de fechamento no dia atual for maior que a média móvel exponencial dos últimos nove fechamentos (incluindo o *candle* vigente);
4. A mesma análise utilizada no tópico anterior é considerada, porém na periodicidade semanal para a realização da compra;
5. Realizar a compra se o volume de negócios do ativo ao final do pregão diário, estiver maior que a média móvel simples dos últimos 13 dias do volume de negócios do mesmo ativo;
6. O *position size* e *stop-loss* para negociações em futuros descritos na subseção (2.8.1), é integrado no *Trading System IV*;
7. Uma posição *short* é tomada quando é negada as condições descritas nos tópicos (1), (2) e (3).

Diante das estratégias estabelecidas para o *Trading System IV*, realizou-se o *backtest* do sistema, de modo que se determinou a performance apresentada na Tabela 4.20, em operações *long* e *long-short*.

O sistema alcançou no período *in-sample*, em que se formatou as estratégias, correspondente nas operações *long*, retorno médio anual acumulado de 11,20%, máximo *drawdown* de 14,34% e CAR/MDD de 0,78. Já no período considerado para a simulação, ou seja, em *in-sample*, a estratégia *long* demonstrou rentabilidade média anual de 13,46%, com 19,31% de máximo *drawdown* e CAR/MDD de 0,70.

**Tabela 4.20** – Performance da estratégia de investimento através do *Trading System IV* no cenário IV em operações *long* e *long-short* em contratos de futuros.

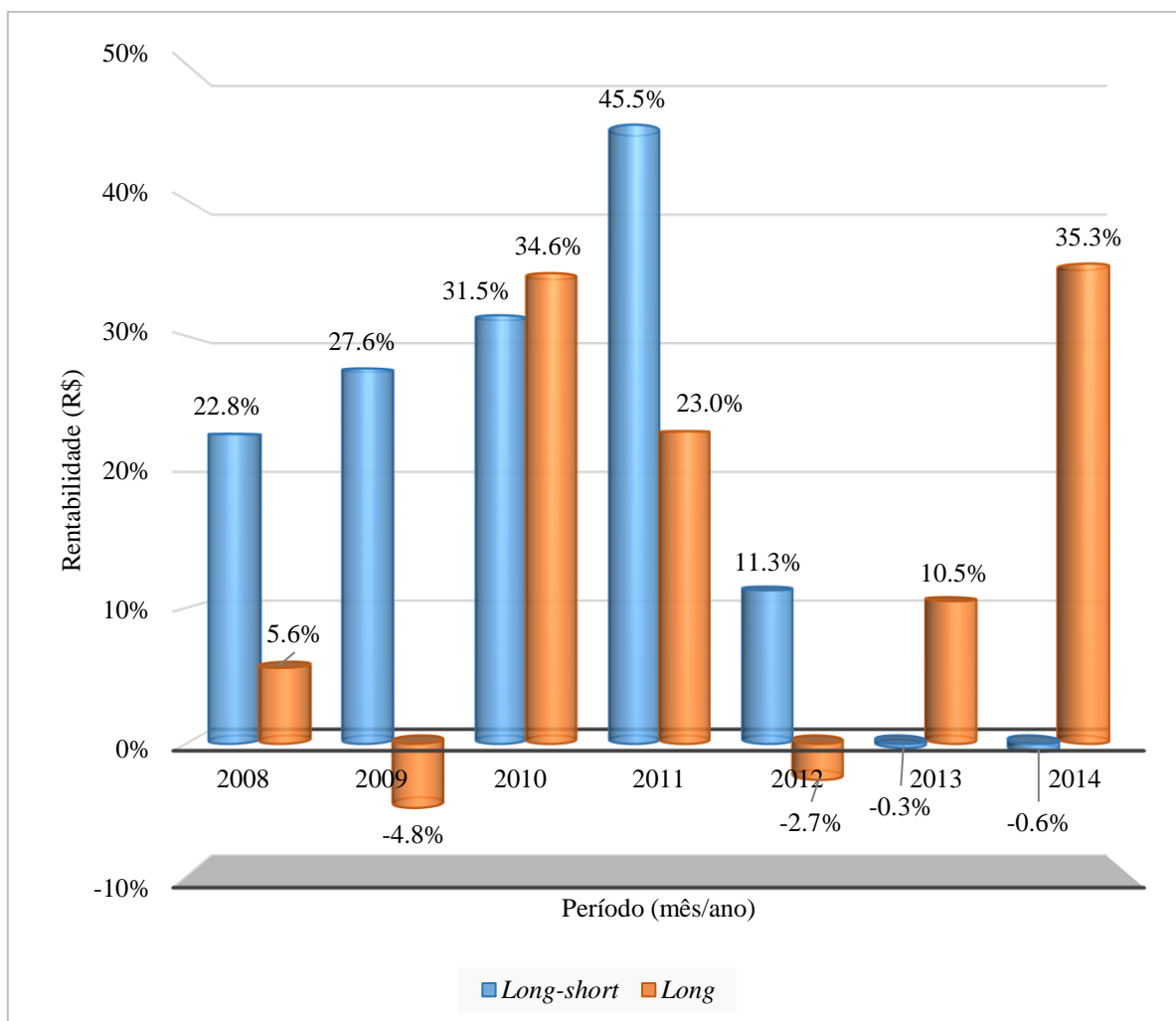
Período de análise	<i>In-sample</i>		<i>Out-sample</i>	
	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégia				
Taxa de acerto (%)	38,46	34,69	35,66	33,53
Exposição (%)	6,73	43,41	23,36	70,89
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-14,34	-34,25	-19,31	-22,28
<i>Payoff Ratio</i>	3,36	3,02	3,42	2,66
<i>Sharpe Ratio</i>	0,64	0,46	0,45	0,24
<i>Profit Factor</i>	2,10	1,60	1,89	1,34
<i>Recovery Factor</i>	4,44	1,69	4,07	2,56
CAR/MDD	0,78	0,88	0,70	0,84
Retorno médio acumulado anual (%)	11,20	29,97	13,46	18,67

Para operações *long-short* no período *in-sample*, percebe-se através da Tabela 4.20, que o *Trading System IV* gerou retorno médio anual acumulado no valor de 29,97%, com máximo *drawdown* de 34,25%, CAR/MDD de 0,88% e *payoff ratio* de 3,02. Performance inferior aos cenários I, II e III.

No período em que se considerou para a realização da simulação, o sistema obteve 18,67% de retorno médio anual acumulado, com máxima perda obtida em dado momento de 22,28% e CAR/MDD de 0,84. Deste modo, o *Trading System IV*, no cenário IV, não demonstrou melhora ao considerarmos o conjunto de estratégias estabelecidas em relação aos demais cenários apresentados na seção 4.4.

Ao comparar os retornos gerados pelo *Trading System IV*, e demonstrados na Tabela 4.20, em relação ao cenário I na Tabela 4.17, percebe-se que a rentabilidade do sistema no cenário IV, assim como nos cenários (II e III) não conseguem superar a performance demonstrada no cenário I (subseção 4.4.1).

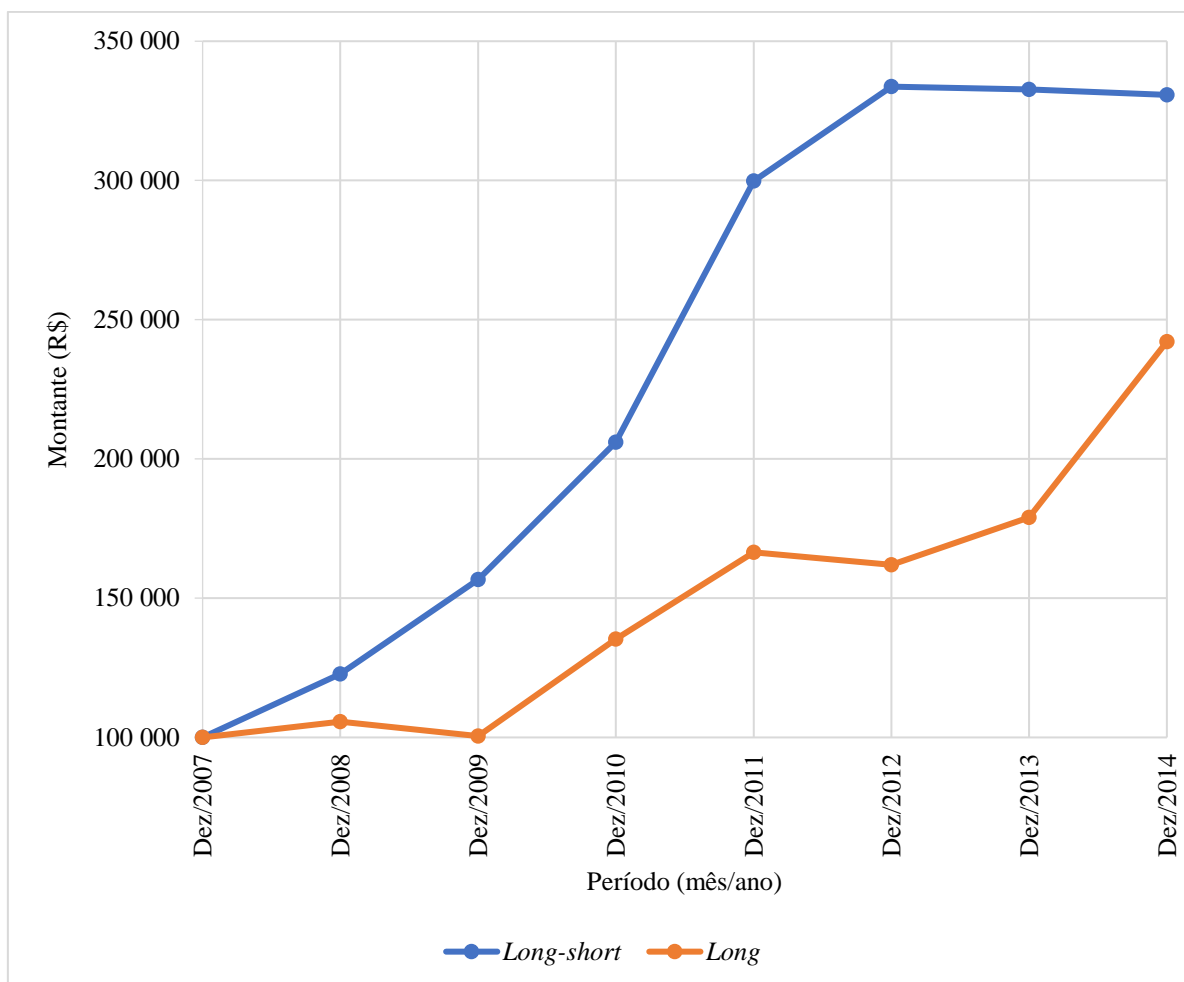
A inferioridade da performance do *Trading System IV*, no cenário IV, em relação aos cenários anteriores demonstrados na seção 4.4, pode ser evidenciada nos gráficos das Figuras 4.31 e 4.32.



**Figura 4.31:** Rentabilidade anual do *Trading System IV* no cenário IV.

Embora o *Trading System IV*, no cenário IV, tenha demonstrado piora, no que se refere a relação CAR/MDD, o sistema manteve-se lucrativo em praticamente todos os anos através das estratégias de investimento *long* e *long-short*. Gerou-se resultado negativo, no caso da estratégia *long*, nos anos de 2009 e 2012. Já na estratégia *long-short* obteve rentabilidade negativa nos anos de 2013 e 2014.

Pode-se verificar no gráfico da Figura 4.32, o comportamento da carteira hipotética gerada pelo *Trading System IV*, no cenário IV, ao longo dos anos considerados pelo *out-sample* do presente estudo, diante das operações *long* e *long-short*. Considerou-se o conjunto de estratégias estabelecidas no cenário IV, aplicando-se como capital inicial cem mil reais e levando-se em conta o *position size* para negociações em contratos futuros, determinado no presente trabalho.



**Figura 4.32:** Montante proporcionado de acordo a manutenção da carteira hipotética, através do *Trading System IV*, no cenário IV, em operações *long* e *long-short*.

No gráfico da Figura 4.32 percebe-se que caso o sistema seguidor de tendências, *Trading System IV*, fosse considerado como estratégia de investimento no mercado de contratos futuros do Brasil, no período *out-sample* considerado, proporcionaria rentabilidade positiva, seja em operações *long* ou *long-short*, ao consideramos o conjunto de estratégias estabelecidas no cenário IV.

#### 4.4.5 Discussão

Nos cenários anteriores estabelecidos para configurar o *Trading System IV*, demonstrou-se que ao considerar o volume (cenário II) e a estratégia em que se considerou a utilização da análise da média móvel exponencial na periodicidade semanal para condicionar a compra (cenário III), o *Trading System IV* obteve significativa piora em sua performance, diminuído a rentabilidade

e aumentando o risco, haja vista a relação CAR/MDD determinados nos referidos cenários, inclusive no cenário IV.

Na Tabela 4.21, é demonstrado o resumo das performances do *Trading System IV*, ao ser avaliado no período considerado *out-sample* pelo presente trabalho.

**Tabela 4.21:** Performance do *Trading System IV*, nos diferentes cenários, ao considerar os resultados no período *out-sample*, em estratégias *long* e *long short*.

Período	<i>Out-sample</i>							
	I		II		III		IV	
Cenários	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>	<i>long</i>	<i>long-short</i>
Estratégias								
Taxa de acerto (%)	34,78	36,65	31,78	35,32	35,14	34,24	35,66	33,53
Exposição (%)	43,17	71,85	27,99	68,35	36,19	74,40	23,36	70,89
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	-18,67	-19,01	-20,93	-18,97	-22,15	-23,62	-19,31	-22,28
<i>Payoff Ratio</i>	3,19	2,54	3,24	2,40	2,98	2,72	3,42	2,66
<i>Sharpe Ratio</i>	0,47	0,44	0,28	0,21	0,40	0,28	0,45	0,24
<i>Profit Factor</i>	1,70	1,47	1,51	1,31	1,61	1,42	1,89	1,34
<i>Recovery Factor</i>	5,51	4,26	3,22	3,79	3,25	3,11	4,07	2,56
CAR/MDD	1,75	3,03	0,51	1,10	0,91	1,47	0,70	0,84
Retorno médio acumulado anual (%)	32,71	57,59	10,66	20,91	20,07	34,70	13,46	18,67

Embora todos os cenários tenham demonstrados rentabilidades significativas e com máximos *drawdowns* razoáveis para uma metodologia de *trend following*. O melhor cenário para o *Trading System IV*, foi a configuração determinada no cenário I, quando o sistema no período simulado geraria rentabilidade média acumulada anual em torno de 57,59%, com máximo *drawdown* de 19,01%, com boa relação CAR/MDD no valor de 3,03 e *payoff ratio* de 2,24, em operações *long-short*.

Diante do exposto, caso o *Trading System IV* fosse operado no mercado de futuros do Brasil, entre janeiro de 2008 à dezembro de 2014, geraria rentabilidade substancial, porém não superaria o *Trading System III* no cenário III, mesmo considerando o melhor caso, o cenário I.



Concluímos a superioridade do *Trading System III*, frente ao *Trading System IV*, não unicamente pela rentabilidade média acumulada anual obtida pelo *Trading System III* no cenário III, mas por conta das performances similares dos sistemas nos períodos testado e simulado.

No caso *Trading System III* no cenário III, em operações *long-short* (melhor caso), o máximo *drawdown* obtido no período de teste foi 25,08%, com retorno médio anual acumulado no valor de 50,99%, com CAR/MDD de 2,35, taxa de acerto de 43,32% e *payoff ratio* de 2,58. Já no período simulado, o sistema demonstrou-se performance bastante próxima ao determinado no período considerado para formatá-lo.

A taxa de acerto do *Trading System III* em operações que geraram resultados positivos no período considerado para a simulação, foi de 42,54%, de modo que a rentabilidade média das operações positivas em relação as operações negativas foi de 2,72 (*payoff ratio*), a taxa de rentabilidade média anual gerada foi de 60,77%, média próxima ao gerado na otimização do sistema.

Já o *Trading System IV* no cenário I (o melhor caso), em operações *long-short*, alcançaria no período simulado através da carteira hipotética, rentabilidade média anual de 57,59% com taxa de acerto de 36,65% e *payoff ratio* de 2,54. Valores inferiores ao demonstrado pelo *Trading System III*, no cenário III.

Apesar que o *Trading System IV* no cenário I, tenha demonstrado boa rentabilidade e relação CAR/MDD significativa, o investidor caso optasse por este sistema para operar no mercado a partir de janeiro 2008, assumiria um risco de mais de 30%, levando-se em conta o período em que se modelou o sistema.

#### **4.5 Correlação entre os *trading systems* propostos**

Nesta seção será demonstrada a correlação da performance do IBOVESPA e a taxa SELIC<sup>21</sup> (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia), entre os sistemas seguidores de tendências propostos no presente trabalho. Os sistemas considerados para a referida comparação, são os

---

<sup>21</sup> Para maiores informações a respeito da taxa SELIC o leitor poderá acessar em: <<https://www.tororadar.com.br/investimentos/taxa-selic-o-que-e-rendimento>>. Acesso em 27/02/2018. A série histórica da SELIC foi obtida no endereço disponível em: <<https://br.advfn.com/indicadores/taxa-selic>>. Acesso em 27/02/2018.

*Trading System I* e o *Trading System III* nas configurações das estratégias que geraram melhores resultados no período correspondente a realização da simulação.

Tem-se como melhor performance para o *Trading System I* o cenário V, demonstrado na subseção (4.1.5). Já para o *Trading System III*, a performance considerada é o cenário III em operações *long-short*, demonstrada na subseção (4.3.3).

Os retornos considerados para a o cálculo da correlação foram normalizados utilizando a técnica de logaritmos sugerido por Hudson e Gregoriou (2010). Foi considerado para o cálculo das correlações as performances mensais de cada estratégia de investimento (IBOVESPA, SELIC, *Trading System I* e *Trading System III*).

O coeficiente de correlação é um número entre -1 e +1, o que de acordo Covel (2014), quando a correlação é -1 demonstra-se que, o comportamento é perfeitamente oposto entre dois investimentos (por exemplo, toda vez que um sobe 3% o outro cai em 3%). Já no caso em que a correlação é +1 reflete resultados de investimentos intimamente ligados.

Diante do exposto, quanto mais distante o resultado da correlação estiver de +1 e mais próximo de -1 melhor será, deste modo uma determinada estratégia de investimento servirá como diversificação da outra.

Já que a filosofia do *trend following* é operar com máxima diversificação possível, avaliaremos se de fato os sistemas de negociação *Trading System I* e *Trading System III*, possibilitariam “descorrelação” caso fossem considerados como estratégias de investimento para operar de forma conjunta no mercado de ações e de contratos futuros da BM&FBOVESPA.

Podem ser conferidos na Tabela 4.22, os resultados das correlações entre as diferentes estratégias de investimento *buy-and-hold* no IBOVESPA, *Trading System I* e *Trading System III* bem como a SELIC.

**Tabela 4.22** – Correlação entre o *Trading System I*, *Trading System III*, IBOVESPA e SELIC.

	IBOVESPA	<i>Trading System I</i>	<i>Trading System III</i>
IBOVESPA	-		
<i>Trading System I</i>	0,5080	-	
<i>Trading System III</i>	-0,2498	-0,0390	-
SELIC	-0,2177	-0,1044	0,1346

Verifica-se na Tabela 4.22, que o *Trading System I* é significativamente correlacionado com o IBOVESPA, como era de se esperar, pois o sistema levou em conta nas operações apenas ações e o IBOVESPA é o um índice composto por um conjunto de ativos de ações. Já entre o *Trading System I* e *Trading System III* há correlação é negativa, tendo como resultado -0,0390.

É importante notar que o *Trading System III* também tem pouca correlação com o IBOVESPA, o que de acordo com a Tabela 4.22 tem-se -0,2498 de correlação entre o índice IBOVESPA e o *Trading System III*. A taxa SELIC tem pouca correlação entre os dois sistemas e o índice IBOVESPA.

Diante do exposto, os *Trading System I* e *Trading System III*, caso fossem operados em conjunto no mercado de renda variável brasileiro, no período considerado na amostra do presente estudo para a realização da simulação, seria uma estratégia de investimento positiva, haja vista a possibilidade de diversificação na composição da carteira, por haver correlação negativa entre eles.

Levando-se em conta a correlação negativa entre os *Trading System I* e *Trading System III*, avaliamos a combinação dos dois sistemas propostos em operações simultâneas no mercado de renda variável brasileiro. Ao prosseguir desta forma, usamos o princípio de diversificar ainda mais a carteira hipotética, considerada no presente estudo. Diversificação é um elemento preconizado na metodologia do *trend following*, segundo Covell (2014) e Clenow (2013).

#### **4.6 Operações simultâneas no mercado de ações e futuros**

Na presente seção, apresentamos os resultados demonstrados através da simulação de operações simultâneas no mercado de ações e no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA. Utilizamos do *Trading System I* na sua melhor configuração (cenário V, da seção 4.1) para negociações *long* no mercado de ações.

Para as operações no mercado de contratos futuros, utilizamos do *Trading System III* em negociações *long-short*, com as configurações estabelecidas pelo cenário III determinados na subseção (4.3.3), considerada a melhor formatação de estratégias estabelecidas para o sistema seguidor de tendências, proposto no presente estudo.

O teste foi realizado tendo como séries históricas de ações e contratos futuros que dataram a partir de janeiro do ano de 2008 até ao final de dezembro de 2014. A escolha deste intervalo

para a realização da simulação da combinação, se deu por conta de se evitar em utilizar parte de séries históricas que tenham sido utilizadas para a realização da otimização, ou seja, que fizessem parte do *in-sample* quando configurou-se os sistemas.

Para a realização da simulação da combinação dos *trading systems*, foi utilizado do Programa Market System Analyzer (MSA)<sup>22</sup>. O capital hipotético considerado para a realização do teste foi de duzentos mil reais.

Os resultados obtidos pela combinação dos sistemas propostos, referidos na presente seção, são apresentados na Tabela 4.23.

**Tabela 4.23** – Performance da combinação entre o *Trading System I* e o *Trading System II*, em operações simultâneas no mercado de ações e futuros.

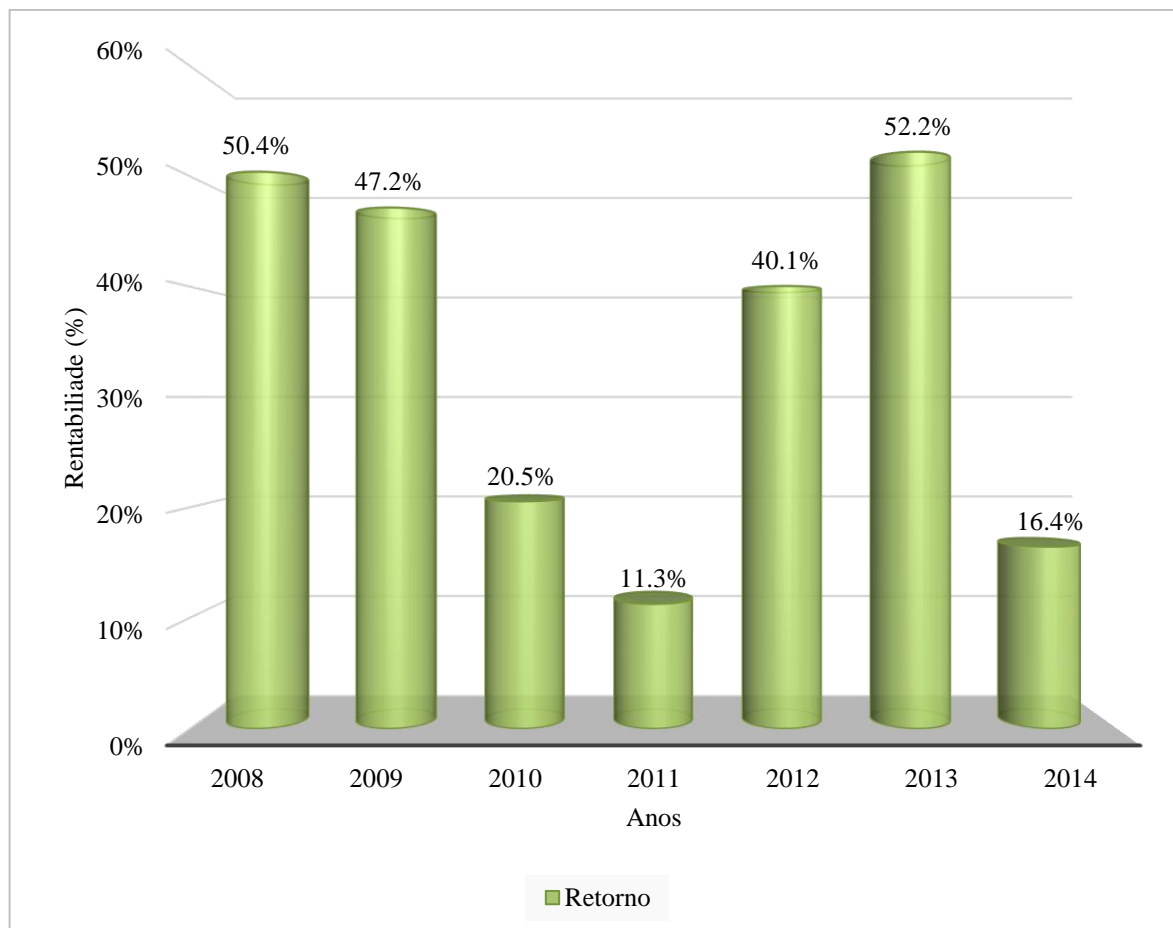
Período de análise	Janeiro de 2008 à dezembro de 2014
Taxa de acerto (%)	40,71
Ganho consecutivo	7
Perda consecutiva	9
Máx. <i>Drawdown</i> da estratégia (%)	23,10
<i>Payoff Ratio</i>	2,21
<i>Sharpe Ratio</i>	0,36
<i>Profit Factor</i>	1,51
<i>Recovery Factor</i>	6,73
CAR/MDD	1,41
Retorno médio acumulado anual (%)	32,52

De acordo com a Tabela 4.23, a combinação dos sistemas geraria rentabilidade positiva, com retorno médio anual acumulado de 32,52%, máximo *drawdown*<sup>23</sup> de 23,10% e CAR/MDD de 1,41. Esses dados são inferiores quando comparamos as performances dos sistemas nas subseções (4.1.5) e (4.3.3), quando operaram isoladamente.

<sup>22</sup> Disponível em: <http://adaptrade.com/MSA/index.htm>. Acesso 24/02/2018.

<sup>23</sup> O MSA não considera os preços *intraday*, leva em conta apenas o preço de abertura e fechamento, diferente do Amibroker, o qual considera todas as variações de preços geradas pelo ativo. Sendo assim, o cálculo do máximo *drawdown* gerado pelo Amibroker diverge da forma calculada pelo MSA.

No gráfico da Figura 4.33, é demonstrado os retornos percentuais gerados pela combinação dos sistemas, percebe-se que em todos os anos considerados, a estratégia de investimento foi rentável.



**Figura 4.33:** Rentabilidade anual gerada pela carteira hipotética, formada pelas operações simultâneas no mercado de ações em operações *long* através do *Trading System I*, e de contratos futuros em operações *long-short* através do *trading System III*.

Ao avaliarmos o gráfico da Figura 4.33 e compararmos com os resultados obtidos pelos sistemas, demonstrados nos gráficos das Figuras (4.9) e (4.21), quando foram operados isoladamente, perceberemos que a combinação dos *trading systems* para a realização de transações no mercado, seria uma decisão positiva, haja vista a diversificação realizada que culminou no balanceamento entre ganhos e perdas entre os dois sistemas, ao final de cada ano.

No gráfico da Figura 4.9, da subseção (4.1.5), demonstrou-se que caso um investidor operasse apenas no mercado de ações através do *Trading System I* em negociações *long*, alcançaria no ano de 2011 rentabilidade de apenas 9,9%, no ano de 2013 obteria 0,1% de lucro e perderia 2,9% no ano de 2014.

Ao avaliarmos o gráfico da Figura 4.21, da subseção (4.3.3), o qual apresenta a performance da rentabilidade anual gerada pelo *Trading System III*, e levarmos em conta os resultados gerados nas operações *long-short*, verificaremos que no ano de 2009 o sistema geraria apenas 4,2% nas operações no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA.

Diante do exposto, a combinação dos sistemas para a realização das negociações seria uma tomada de decisão positiva do ponto de vista da linearidade de crescimento do capital aplicado, basta inclusive, verificarmos o gráfico da Figura 4.33 para percebermos.

Outro elemento relevante a ser considerado na análise dos retornos de uma estratégia de investimento baseado no *trend following*, é a diferença entre o desvio padrão<sup>24</sup> e o desvio semipadrão, para avaliarmos o real risco da estratégia, segundo Covell (2014).

A fórmula do desvio padrão e o desvio semipadrão são idênticas, com uma exceção: o desvio semipadrão considera apenas observações inferiores a média. Segundo Covell (2014), se o desvio semipadrão for inferior ao desvio padrão, o afastamento de tendência com relação a média ocorre do lado positivo. Se for superior, ocorre do lado negativo.

Diante do exposto, buscamos calcular os desvios padrões e semipadrões dos retornos mensais da estratégia de investimento, das operações simultâneas do *Trading System I* e *Trading System III*, com o objetivo de avaliar se os retornos mensais gerados pela a estratégia de operar de forma simultânea nos mercados de ações e contratos futuros, ocorreriam de forma superior ou inferior em relação à média. Os resultados são demonstrados na Tabela 4.24.

**Tabela 4.24** – Comparação entre os desvios padrões e desvios semipadrões baseados nos retornos mensais de cada ano.

Ano	Desvio padrão	Desvio semipadrão
2008	0,098591	0,021188
2009	0,069792	0,01912
2010	0,052944	0,017715
2011	0,03131	0,013266
2012	0,053476	0,026704
2013	0,058319	0,013709
2014	0,101309	0,029603

<sup>24</sup> O desvio padrão é calculado usando-se a seguinte equação:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}}$ , em que  $x_i$  é o do dado na posição  $i$ ; e  $\mu$  é a média aritmética dos dados,  $n$  a quantidade de dados.

De acordo a Tabela 4.24, os retornos gerados pela a estratégia de combinação dos sistemas de negociações em operações hipotéticas no mercado de ações e de futuros da BM&FBOVESPA, se distanciou do lado positivo da média dos retornos determinados. Pois percebe-se que os desvios semipadrões foram em todos os anos considerados inferiores aos desvios padrões, a diversificação na composição da carteira pode ter contribuído de forma relevante para a obtenção desse resultado.

Com a diversificação realizada através da combinação dos *trading systems* seguidores de tendências e diante do *stop-loss* estabelecido para os sistemas, o qual é baseado no ATR e foi descrito no capítulo 2, na subseção (2.8.1). Determinou o número de *trades* e *drawdowns* anuais, descritos na Tabela 4.25.

**Tabela 4.25** – Número de *trades* e máximo *drawdown* de acordo a cada ano, gerados através de operações simultâneas no mercado de ações e de contratos futuros, utilizando do *Trading System I* e do *Trading System III*.

Ano	Número de <i>trades</i>	Máx. <i>drawdown</i>
2008	72	10,38%
2009	87	6,02%
2010	89	6,78%
2011	68	6,85%
2012	54	9,91%
2013	64	8,03%
2014	104	23,10%

De acordo com a Tabela 4.25, a combinação dos sistemas gerou ao todo 538 *trades* ao longo dos sete anos considerados para a realização da simulação. Outra característica relevante, é o máximo *drawdown* anual da estratégia de investimento através da combinação dos sistemas.

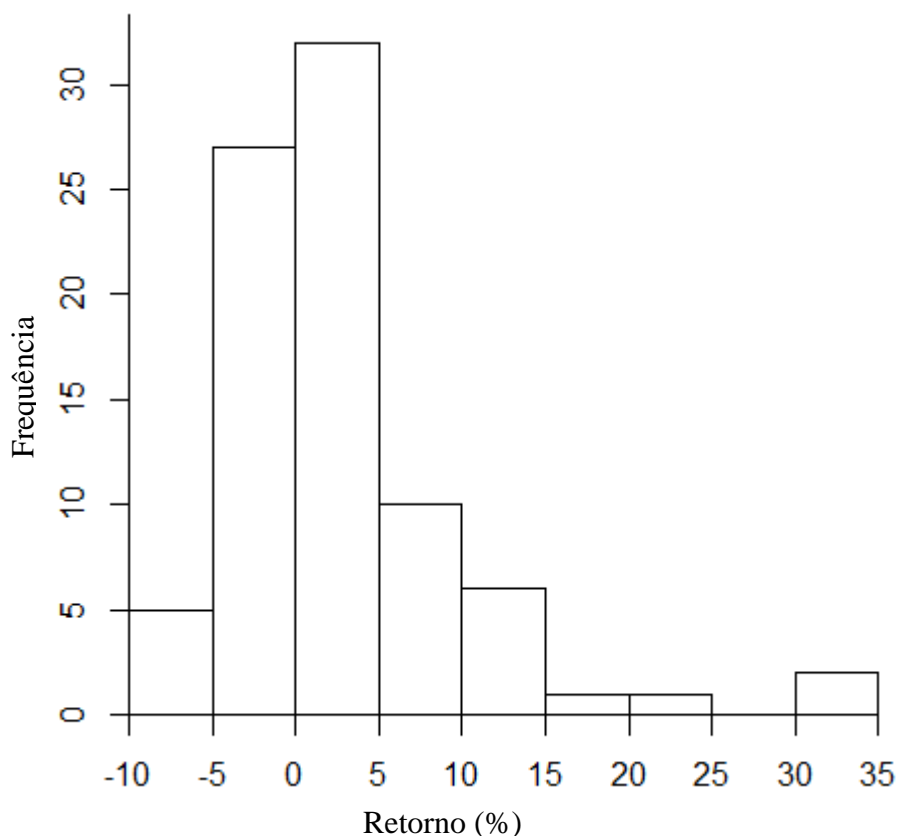
Ao observarmos a Tabela 4.25, percebemos que os máximos *drawdowns* anuais em sua maioria foram abaixo de 11,0%, a única exceção é o valor determinado no ano de 2014, quando o máximo *drawdown* alcançou 23,10% diante de 104 *trades* realizados.

No ano de 2008 foram realizados 72 *trades* que geraram máximo *drawdown* de 10,38%, em 2009 diante de 87 *trades* o máximo *drawdown* obtido foi de 6,02%, enquanto em 2010 o *drawdown* alcançado foi de 6,78% e 89 *trades* realizados. Observamos ainda através da Tabela 4.24, que no ano de 2011 foram realizados 68 *trades* e obtido 6,85% de máximo *drawdown* e

no ano de 2012 diante de 54 *trades* a máxima perda foi de 9,91%, enquanto no ano de 2013 a perda máxima obtida foi de 8,03% e realizados 64 *trades*.

Ao considerarmos a combinação dos sistemas de negociação em operações no mercado de ações e futuros, verificamos que os sistemas em determinado momento chegou a posicionar-se com margem no valor de R\$ 846.719,37 (oitocentos e quarenta e seis mil setecentos e dezenove reais e trinta e sete centavos), porém o valor real de negociação foi de R\$ 3.808 387,30 (três milhões oitocentos e oito mil trezentos e oitenta e sete reais e trinta centavos), ou seja, a alavancagem foi de aproximadamente 5:1 (cinco para um).

Diante do exposto, determinamos o histograma da distribuição dos retornos (ver Figura 4.34), na perspectiva de avaliarmos se os retornos gerados pela estratégia de investimento realizada através da combinação dos sistemas, seguiriam uma distribuição normal. Ao levarmos em conta as considerações realizadas por Covell (2014), o qual afirma que os retornos gerados em uma estratégia de investimento no mercado de renda variável não seguem uma distribuição normal.



**Figura 4.34:** Distribuição dos retornos gerados através das operações simultâneas no mercado de ações e de futuros, utilizando-se do *Trading System I* e do *Trading System III*, em operações *long-short*.



Diante da Figura 4.34, percebemos que a frequência da maioria dos retornos, girou entre cinco por cento negativos à cinco por cento positivos. Sendo que os demais retornos positivos variaram entre 5% à 35%, e os negativos variaram entre -5% e -10%.

Ao considerarmos a distribuição dos retornos da estratégia estabelecida em investir no mercado de ações e de contratos futuros, avaliamos se tais retornos seguem uma distribuição normal, conhecida também como Distribuição de Gauss ou Gaussiana. Esta distribuição é inteiramente descrita por parâmetros de média ( $\mu$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ), ou seja, conhecendo-se estes parâmetros consegue-se determinar qualquer probabilidade em uma distribuição Normal, segundo Devore (2006).

Em uma distribuição normal os retornos se distribuem de forma simétrica e a maioria dos resultados está situada em torno da média  $\mu$ . Neste caso, duas medidas importantes devem ser aferidas em uma distribuição de frequências, na busca em verificar se de fato a distribuição segue ou não uma gaussiana. São as medidas de *skewness*<sup>25</sup> e *kurtosis*<sup>26</sup>.

A medida de *skewness*, procura caracterizar como e quanto a distribuição dos dados se afasta da condição de simetria. Distribuições alongadas a direita são ditas positivamente assimétricas e as alongadas a esquerda são ditas negativamente assimétricas.

Quando o valor da *skewness* for igual a zero, diz-se que a distribuição é simétrica, sendo assim uma distribuição normal. No caso em que o valor da *skewness* for maior que zero, a distribuição é assimétrica a direita e caso seja negativo os dados seguem uma distribuição assimétrica a esquerda.

A medida de *kurtosis*, determina a caracterização do achatamento de uma distribuição de séries de dados. Quando se tem uma distribuição normal a *kurtosis* é igual 3.

Diante do exposto, vamos considerar a função de densidade de probabilidade da distribuição normal com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$  (de forma equivalente, desvio padrão  $\sigma$ ), que é definida pela expressão (11) e posteriormente na Figura 4.35, verifiquemos as medidas de *kurtosis* e *skewness* da distribuição dos retornos gerados através da combinação dos sistemas.

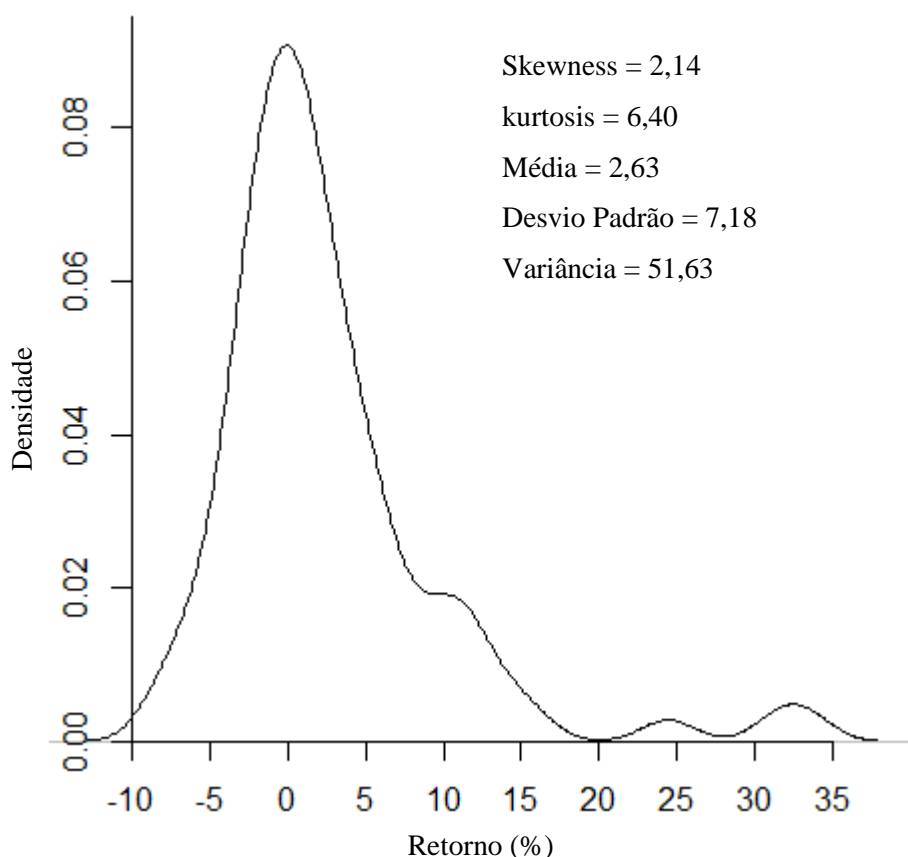
---

<sup>25</sup> *Skewness* é determinado através da equação:  $\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)^3$ , onde:  $n$  é o número de observações;  $\sigma$  o desvio padrão;  $\mu$  a média aritmética dos dados e  $x_i$  é o do dado na posição  $i$ .

<sup>26</sup> Considerando os parâmetros descritos acima, temos a fórmula para o cálculo da *kurtosis* dada por:  $\frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$ . Para o cálculo da *kurtosis* e *skewness*, bem como para plotagem dos gráficos das Figuras 4.34 e 4.35, utilizamos do programa estatístico R.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} \quad (11)$$

Considerando-se a função  $f(x)$  determinada pela expressão (11), foi plotado o gráfico da densidade dos retornos da Figura 4.35, gerados através das operações simultâneas no mercado de ações e de futuros, utilizando-se do *Trading System I* e do *Trading System III*.



**Figura 4.35:** Gráfico da densidade dos retornos gerados através das operações simultâneas no mercado de ações e de futuros, utilizando-se do *Trading System I* e do *Trading System III*, em operações *long-short*.

De acordo com a Figura 4.35, a série de retornos gerados através de negociações simultâneas no mercado de ações e contratos futuros, através da combinação dos sistemas, diverge de uma distribuição normal, haja vista o *skewness* de 2,14, determinado. Vimos anteriormente que uma série de dados que seguem uma distribuição normal tem *skewness* igual a zero.

A *kurtosis* determinada pela distribuição dos retornos, de acordo com a Figura 4.35, mostra que o achatamento do gráfico se distancia de uma distribuição normal. Diante da *kurtosis* de 6.40, determinado pela série de dados considerado.

Verificamos também, se a estratégia adotada em operar em diferentes ativos de fato diversificaria a carteira hipotética, do ponto de vista se os ativos considerados eram

correlacionados ou não. Deste modo, avaliamos se os ativos de contratos futuros considerados no presente estudo, seriam correlacionados entre si e o mercado de ações da BM&FBOVESPA. Os resultados são demonstrados na Tabela 4.26.

**Tabela 4.26** – Correlação entre os ativos do mercado de futuros e o mercado de ações, considerados no *portifólio*.

	Ações	BGI	CCM	CNI	ICF	SJC	WDL	WDO	WIN
Ações	1								
BGI	0,47	1							
CCM	0,68	0,11	1						
CNI	0,81	0,51	0,52	1					
ICF	0,34	0,80	0,06	0,37	1				
SJC	0,36	-0,14	0,23	-0,24	0,01	1			
WDL	0,64	0,79	0,33	0,82	0,70	-0,13	1		
WDO	-0,46	0,78	-0,24	0,92	0,78	-0,10	0,93	1	
WIN	0,52	0,67	0,52	0,44	0,67	0,08	0,70	0,75	1
WTI	0,61	-0,23	0,59	-0,81	-0,92	-0,14	-0,80	-0,90	-0,86

O símbolo BGI representa os contratos de boi gordo, enquanto CCM refere aos contratos de milho (liquidação financeira), o CNI representa os contratos de milho entrega física, já o ICF refere-se aos contratos de café, o SJC aos contratos de soja, WDL e WDO ao mini dólar, WIN ao mini índice IBOVESPA e o WTI ao mini petróleo.

A Tabela 4.26 demonstra que a maioria dos ativos são descorrelacionados entre si, bem como em relação ao mercado de ações. Deste modo, os *Trading System I* e *Trading System III*, caso fossem operados em conjunto no mercado de renda variável brasileiro, no período correspondente a janeiro de 2008 à dezembro de 2014, baseando-se na amostra do presente estudo, seria uma estratégia de investimento positiva, haja vista a possibilidade de diversificação na composição da carteira, por haver correlação negativa (ou baixa) entre uma parte significativa dos ativos.

Diante dos resultados demonstrados na presente seção, a combinação dos sistemas seria uma estratégia rentável, de modo que proporcionaria lucro em todos os anos considerados pela amostra, com baixo risco, ao considerarmos os máximos *drawdowns* anuais demonstrados (ver Tabela 4.25) e a comparação entre os desvios padrões simipadrões dos retornos mensais. Mostramos também que as evidências encontradas a respeito da distribuição dos retornos da estratégia, não segue uma distribuição normal.

## Capítulo 5

### Conclusão

Este trabalho se propôs a desenvolver sistemas de negociação baseados em estratégias da filosofia de investimento do *trend following*, com o objetivo de avaliar a eficácia destes sistemas em negociações no mercado de renda variável brasileiro. Foram desenvolvidos e apresentados quatro sistemas de negociação, dois foram considerados para operações no mercado de ações e outros dois para operações no mercado de contratos futuros.

Ao perceber através da literatura, evidências positivas em relação a um conjunto de indicadores técnicos em sistemas de negociação, na busca da percepção de uma tendência pré-estabelecida nos preços de ativos, foi possível definir critérios para configuração dos quatro sistemas propostos, definindo assim estratégias de entradas e saídas de uma dada posição.

No presente trabalho foi considerada a inclusão de forma escalonada dos filtros (estratégias) para avaliar o quão poderiam influenciar na performance de cada sistema, configurando-se assim diferentes cenários para cada sistema, sendo que todos os cenários de todos os sistemas demonstrados geraram rentabilidade positiva, possibilitando a verificação da performance de cada método seguidor de tendência.

O *Trading System I*, o qual foi simulado para as operações *long* no mercado de ações entre janeiro de 2005 e ao final de 2014, demonstrou em seu melhor cenário rentabilidade média anual de 26,27% com máximo *drawdown* de 19,93%, tendo a rentabilidade média das operações positivas superior a rentabilidade média das operações negativas, ou seja, a relação *payoff ratio* foi satisfatória alcançando o valor de 2,70.

O *Trading System II*, também mostrou-se lucrativo caso fosse operado no mercado de ações brasileiro no período considerado pela amostra do presente estudo, mas não superaria o *Trading System I*, ao comparar as performances dos dois sistemas no período em que realizou-se a otimização e simulação. Porém a estratégia de investimento através do *Trading System II*, caso fosse considerado para negociações em ações entre o ano de 2005 e 2014 superaria a estratégia *buy-and-hold* no IBOVESPA.

Ao avaliar o *Trading System III*, verificou-se que caso esse sistema fosse operado para negociações *long* e *long-short* no período correspondente entre janeiro de 2008 à dezembro de

2014, geraria substancial rentabilidade em ambas estratégias em todos os cenários demonstrados no presente estudo, assim como o *Trading System IV*.

A estratégia mais rentável gerada pelo *Trading System III*, foi a *long-short*, chegaria alcançar em seu melhor cenário considerado (ver subseção 4.3.3 e 4.3.5), com o conjunto de estratégias estabelecidas, a rentabilidade média anual de 60,77% e máximo *drawdown* de 21,61%.

Já o *Trading System IV* apesar de mostra-se rentável, não chegou a superar o *Trading System III*, ao ser considerado o risco de mais de 30% de perda em que se assumiria um determinado investidor caso utilizasse deste sistema para as negociações entre 2008 e 2014, diante dos resultados gerados no período otimizado (ver subseção 4.4.1).

Demostrou-se que, caso os sistemas *Trading System I* e *Trading System III* fossem operados em conjunto na BM&FBOVESPA, em operações com ações e contratos futuros considerados no escopo do presente trabalho, possibilitariam uma diversificação na composição da carteira. Haja vista, a correlação negativa entre esses dois sistemas de negociação.

A estratégia de combinar os *trading systems I* e *III*, em operações simultâneas no mercado de ações e no mercado de contratos futuros, proporcionaria substancial rentabilidade entre janeiro de 2008 à dezembro de 2014. Sendo que em todos os anos considerados pela amostra, foi gerado lucro com baixos *drawdowns* (verificar a seção 4.6), deste modo verificou-se o melhor resultado, haja vista a menor correlação entre os ativos, diversificando assim a carteira, elemento preconizado pela filosofia do *trend following*.

Diante do exposto, o presente estudo propôs *trading systems* seguidores de tendências, os quais foram analisados caso fossem utilizados para operações no mercado brasileiro. De modo que demonstrou-se a eficácia dos *trading systems* analisados, para a geração de sinais de compra ou venda em operações na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo.

As ferramentas computacionais no presente estudo foram de grande valia, haja vista a necessidade de desenvolver os algoritmos para a aplicação dos testes, simulações e otimizações das estratégias e métodos que foram determinados nos *trading systems* propostos.

## Referências Bibliográficas

ABRAHAM, Andrew. *The Trend Following Bible: How Professional Traders Compound Wealth and Manage Risk*. New Jersey - Canadá, editora: John Wiley & Sons, 2013.

ADRIÃO, M. C. Um Estudo de Caso de Previsão de Tendência em uma Série Temporal Financeira Utilizando Análise Técnica. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, RJ. 2009.

ANDERSON, B.; LI, S. *An investigation of the relative strength index*. Banks and Bank Systems, v.10, Issue 1, p. 92-96, 2015.

ANTUNES, M. T. P.; LEITE, R. S.; GUERRA, L. F. Divulgação das informações sobre ativos intangíveis e sua utilidade para avaliação de investimentos: um estudo exploratório baseado na percepção dos analistas de investimentos. In: VII Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, 2007. *Anais do VII Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*, p.1-16, 2007.

APPEL, G. *Technical Analysis Power Tools for Active Investors*. Peanon Education - Financial Times Prentice Hall. EUA, 2005. ISBN 0131479024.

BLUME, L.; EASLEY, D.; O'HARA, M. *Markaet Statistics and Techninical Analysis: The Role of Volume*. The Journal of Finance, v. XLIX, n.1, 1994.

BOVESPA. O Mercado de Capitais sua Importância para o Desenvolvimento e os Entraves com que se defronta no Brasil. São Paulo, 2000.

BRASIL, Comissão de Valores Mobiliários. O Mercado de Valores Mobiliários Brasileiro. 3ª ed. Rio de Janeiro: Comissão de Valores Mobiliários, 2014.

BRASILEIRO, R. C. et al. Sistema Automático para Negociação de Ações Usando Algoritmos Baseados em Inteligência Coletiva e Análise Técnica. 2013. 100 f. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação - Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

BROCK, W.; LAKONISHOCK, J.; LE BARON, B. *Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns*. The Journal of Finance, v. XLVII, n. 5, p.1731-1764, 1992.

CAMPBELL, John; GROSSMAN, Sanford; WANG. Jiang. *Trading Volume and Serial Correlation in Stock Return*. The Quartely Journal of Economics, vol. 108, n. 4, p. 905-939, 1993.

CHEN, Y.M. *MACD Based Motion Detection Approach in Heterogeneous Networks*. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2008.

CLARE, A.; SEATON, J.; SMITH P.N.; THOMAS, S. *Trend Following, Risk Parity and Momentum in Commodity Futures*. International Review of Financial Analysis. v. 31, p. 1-12,2014.

CLENOW, Andreas F. *Following the Trend: Diversified Managed Futures Tranding*. 1ª edição. West Sussex – Reino Unido, editora: John Wiley & Sons Ltd, 2013.

CLENOW, Andreas F. *Stocks on the Move: Beating the Market with Hedge Fund Momentum Strategies*. 1ª edição, editora: John Wiley & Sons Ltd, 2015.

CORRÊA, M. F.; LACHTERMACHER, G.; MACHADO, M. A. S. Introdução de Redes Neurais em modelos de Médias Móveis na Previsão de Preços. *Revista Resenha BM&F Brasil*, Sao Paulo, p. 89 - 97, 30 abr. 2005.

COSTA, R.C.C.C; SOBREIRO, V.A. *Trading System Baseado no Moving Average Convergence – Divergence* uma Experimentação Computacional. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE*. Ribeirão Preto - SP, agosto de 2013.

COVEL, M. W. *The Complete Turtle Trader: How 23 Novice Investors Became Overnight Millionaires*. HarperCollins Publishers, New York - EUA, 2009.

COVEL, M.W. *Price Is the Best Indicator in the World*. Disponível In:< <http://www.trendfollowing.com/whitepaper/covel-interview.pdf/>>. Acesso em 10/12/2015. Entrevista concedida a Marko Graenitz, 2014.

COVEL, M.W. *Trend Following: Estratégias para ganhar milhões com mercados de alta ou de baixa*. Editora Fundamental Educacional Ltda., São Paulo-SP, 2014.

CRESWELL, J. *Research Design: quantitative, qualitative and mixed approach*. Londres, Sage Publications, 2003.

DAI, M.; ZHANG, Q.; ZHU, Q. J. *Trend Following Trading under a Regime Switching Model*. *Siam Journal on Financial Mathematics*, v. 1, p. 780–810, 2010.

DEVORE, Jay L. *Probabilidade e Estatística: para Engenharia e Ciências*. Editora: Pioneira Thomson, São Paulo - SP, 2006.

ELDER, Alexander. *Aprenda a operar no mercado de ações*. Rio de Janeiro - RJ, Elsevier, 2006.

ELDER, Alexander. *Study Guide for Come Into my Trading Room: A Complete Guide to Trading*. New York- US, editora: John Wiley & Sons, 2002.

EL-KHODARY, Ihab. *A Decision Support System for Technical Analysis of Financial Markets Based on the Moving Average Crossover*. *World Applied Sciences Journal*, Giza – Egito, v. 6, p. 1457-1472, 2009.

ERIC, D.; ANDJELIC, G.; REDZEPAGIC, S. *Application of MACD and RVI indicators as Functions of Investment Strategy Optimization on the Financial Market*. *Ekon Fak*, v. 27, p. 171–196, 2009.

FAITH, Curtis M. *Way of the Turtle: The Secret Methods that Turned Ordinary People into Legendary Traders*. Nova York-US, Editora: McGraw-Hill, 2007.

FONG, S.; TAI J.; SI, Y.W. *Trend Following Algorithms for Technical Trading in Stock Market*. *Journal of emerging technologies in web intelligence*, vol. 3, p. 136-145, 2011.

FUENTE, D.L.; GARRIDO, A.; LAVIADA, J.; GOMEZ, A. *Genetic Algorithms to Optimize the Time to Make Stock Market Investment*. *GECCO*, v.2, p.1857- 1858, 2006.

GAGNON, Louis; KAROLY, Andrew. *Information, Trading Volume and International Stock Return Comovements: Evidence from Cross-Listed Stocks*. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 44, n. 4, p. 953-986, 2009.

GOMES, F. P.; Vieira, S. F. A.; Saiz, L. H.. Eficácia do Indicador Técnico Hilo: estudo sobre a Eficácia do Indicador Hilo para as Ações do Índice Bovespa e do Índice Small Cap da Bolsa de Valores de São Paulo. In: XXIII ENANGRAD, 29 de outubro à 01 de novembro de 2012.

HARDING, D. *Hedge fund founder David Harding reveals £34m tax bill*. Disponível In: <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/banksandfinance/9576928/Hedge-fund-founder-David-Harding-reveals-34m-tax-bill.html>. Acesso em 04/06/2016. Entrevista concedida a Matthew Sparkes 2012.

HAYWARD, S.. *Setting up performance surface of an artificial neural network with genetic algorithm optimization: in search of an accurate and profitable prediction of stock trading*. In: I Congress on Evolutionary Computation, 2004. Anais do I Congress on Evolutionary Computation, p. 948-954, 2004.

HUDSON, Robert, GREGORIOU, Andros. *Calculating and Comparing Security Returns is Harder than you Think: A Comparison between Logarithmic and Simple Returns*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1549328>. Acesso 10/05/2017.

HURST, B.; OOI, Y. H.; PEDERSEN, L. H. *Understanding managed futures*. Journal of Investment Management, V. 11, n.3, p. 42–58, 2013.

HURST, B.; YAO HUA OOI, Y.H; PEDERSEN, L.H.A *Century of Evidence on Trend-Following Investing*. AQR Capital Management, New York, 2012. Disponível em: <https://www.aqr.com/library/aqr-publications/a-century-of-evidence-on-trend-following-investing>. Acesso em 20/12/2015.

IDOETA, A.R.A. Aplicação da análise gráfica no mercado de opções. 2009. 196f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

KRAUSZ, R. *The New Gann Swing Chartist*. Stocks & Commodities Magazines, v. 16:2 p.57-66. Califórnia, Estados Unidos, 1998.

LEE, C.M.C.; SWAMINATHAN, B. *Price Momentum and Trading Volume*. The Journal of Finance. Vol. LV, n.5, 2000.

LEMPÉRIÈRE, Y.; DEREMBLE, C.; SEAGER, P.; POTTERS, M.; BOUCHAUD, J. P. *Two centuries of trend following*. Journal of Investment Strategies, v.3, p.41-61, 2014.

LIVERMORE, J.L. *How to Trade in Stocks: The Livermore Formula for Combining Time, Element and Price*. New York, Duell, Sloan & Pearce, 1940.

MAGEE, J; EDWARDS, R. D. *The technical analysis of stock markets*. 9 ed. Chicago: CBC Press, 2003.

MAHFOUD, S.; MANI, G.. *Financial Forecasting Using Genetic Algorithms*. Journal of Applied Artificial Intelligence, v. 10, p.543-565, 1997.

MENDELSON, Louis B. *Trend Forecasting with Technical Analysis*. Marketplace Books, 2000.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. Sistemas de informação gerenciais: estratégias, táticas, operacionais. 8ª edição, editora: Atlas, São Paulo -SP, 2002.



OSTGAARD, S. *On the Nature of Trend Following* Last Atlantis Capital Management, 2008. Disponível em: <<http://www.trendfollowing.com/pdfs/stig-ostgaard.pdf>>. Acesso em 01/12/2015.

PARDO, Robert. *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies*. 2ª edição, editora: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2008.

PINDYCK, Robert S; RUBINFELD, Daniel L. *Microeconomia*. 6ª edição, editora: Pearson Education do Brasil, São Paulo - SP, 2010.

POWER, D. J.; BURSTEIN, F.; SHARDA, R. *Reflections on the Past and Future of Decision Support Systems: Perspective of Eleven Pioneers*. In \_\_\_\_: *Decision Support: An Examination of DSS Discipline*. New York, Spring Science & Business Media, 2011, cap.2, p.25- 48.

QUEJI, L.V.; CAETANO, V.H.S. Operando na Bolsa de Valores de São Paulo com a utilização da Análise Gráfica: setup da média móvel exponencial de 9 períodos. *Revista ADMpg Gestão Estratégica*, Ponta Grossa, v.4, n.1, p. 89-95, 2011.

SCHWAGER, J. D. *Market Wizards: Interviews With Top Traders Paper back*. New York-EUA, 2012.

SLLTIZ, W.C. *Métodos de Pesquisa nas relações sociais*. São Paulo, 2ª ed., 1987.

SZAKMARY, A.C.; SHEN, Q.; SHARMA, C. *Trend-following trading strategies in commodity futures: A re-examination*. *Journal of Banking & Finance*, v. 34, p. 409–426, 2010.

TEIXEIRA, L.A; OLIVEIRA, A.L.I.D. *A method for automatic stock trading combining technical analysis stock neighbor classification*. *Expert Systems with Applications*, 37, n.10, outubro 2010. 6885-6890.

THARP, Van K. *Van Tharp's Definitive Guide to Position Size: How to Evaluate Your System and Use Position Sizing to Meet Your Objectives*. International Institute of Trading Mastery. ISBN:978-0-935219-09-8. United States of America, 2008.

TOMS, M. C. *The Technical Analysis Method of Moving Average Trading: Rules That Reduce the Number of Losing Trades*. 2011. 174 f. Tese (Doctor of Philosophy) - Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering, Newcastle University, Newcastle, 2011.

TSANG, E. P. K; JARAMILLO, S.M. *Computational Finance*. IEEE Computational Intelligence Society, Newsletter, p. 3-8, 2004.

TUNG, W.L; QUECK, C. *Financial volatility trading using a self-organising neural-fuzzy semantic network and option straddle-based approach*. *Expert Systems with Applications*, 38, n.5, maio de 2011. 4668-4688.

VINCE, Ralph. *Cálculo e Análise de Riscos no Mercado Financeiro*. São Paulo: Makron Books, 1999.

WILCOX, C.; CRITTENDEN, E. *“Does Trend Following Work on Stocks?”*. BlackStar Funds, 2005.

WILDER, J. Welles. *New Concepts in Technical Trading Systems*. ISBN 0-89459-027-8, North Carolina –EUA, 1978.

WILLIAMS, Larry. *Long-Term Secrets to Short-Term Trading*. 2ª Edição, editora: John Wiley & Sons, New Jersey, 2012.

XU, S.; Li, B.; Shao, Y. *Neural Network Approach Based on Agent to Predict Stock Performance*. In: Computer Science and Software Engineering, International Conference on 2008, Wuhan – China, p. 1223-1225, 2008.

YANG, Y. *Technical Analysis of Trading Rules in Stock Market Within FTSE 100 Stock Data*. Dissertation (Master of Science). Centre for Computational Finance and Economic Agents, University of Essex, September 2011.

## APÊNDICE A - GRANDES NOMES DO *TREND FOLLOWING*

### David Harding

O britânico David Harding formado em Física pela Universidade de Cambridge obteve grande sucesso como operador no mercado de renda variável, baseando-se no *trend following* fez fortuna. Segundo a Forbes<sup>27</sup>, Harding alcançou uma fortuna estimada em 1,77 bilhões de dólares (até meados de fevereiro de 2018).

A empresa de David Harding, a Winton Capital Management<sup>28</sup> administradora de fundo de *hedge*, fundada com um capital de menos de 2 milhões de dólares, chegou administrar mais de US\$ 30 bilhões e empregar mais de 400 pessoas, uma parte significativa dos seus empregados segundo são pesquisadores com mestrados e doutorados nas mais variadas áreas.

Segundo Covell (2014), Harding no começo da carreira foi contratado por uma administradora de fundos, onde criava sistemas de operações e posteriormente lançou uma administradora de fundos com Martin Lueck e Michael Adam formando a AHL (Adam, Harding and Lueck), a qual utilizava do *trend following* como filosofia de investimento, passados dois anos em 1994 a Man Group adquiriu a AHL fazendo da empresa e de seus sistemas de negociação uma potência do mercado, com US\$ 21 bilhões sob sua administração.

Não satisfeito, embora rico com a venda da AHL, Harding tinha em vista que o grande sucesso da Man Group se dava por conta dos seus sistemas de negociações, com certo tempo formou a companhia Winton, baseando-se no *trend following*.

A Winton Capital Management começou a negociar em outubro 1997, no seu site a Winton é definida como uma gestora de investimento sistemático que utiliza o método científico para desenvolver sistemas de investimento avançados, através da análise estatística e modelagem matemática de dados históricos. A Winton opera nos mais variados classes de ativos e mercados em todo o mundo, com nove escritórios em diferentes países.

No primeiro mês de operação em outubro de 1997 a Winton perdeu quase 13% de seu valor, mas terminou o ano com lucro de 3,49%. Nos três anos seguintes a administradora de fundos retornou ganhos de aproximadamente: 52% em 1998, 15% em 1999 e mais de 10% em 2000

---

<sup>27</sup> Disponível em: <<https://www.forbes.com/profile/david-harding/>>. Acesso em 27/02/2018.

<sup>28</sup> Disponível em: <<https://www.wintoncapital.com/en/about-us>>. Acesso em 18/05/2016.

como pode-se verificar em Covell (2014) e Ctapformance<sup>29</sup>. Demonstrando a capacidade de tolerância dos operadores do *trend following* em suportar perdas significativas na perspectiva que obtenham uma rentabilidade futura mais consistente aproveitando de uma tendência ao longo prazo.

A Ctapformance (ver nota de rodapé) apresenta que a Winton Capital desde o início de suas operações até janeiro de 2018, alcançou a rentabilidade acumulada de 876.22% com retorno médio anual de 12,43%, porém acumulou uma perda no capital de até 25,73% sobre o montante adquirido em dado momento.

Os resultados obtidos pela Winton Capital durante a crise de 2008, foram surpreendentes, um ganho de 21,08% segundo Covell (2014), quando diversos fundos, bancos e companhias enfrentaram grandes dificuldades, algumas vieram a falência diante do *crash* daquele ano. Este aspecto de lucratividade em períodos de crise é recorrente na performance de todos os grandes nomes seguidores de tendências que serão citados no presente estudo.

### **William Dunn**

Através de um boletim informativo, o qual divulgava um sistema de negociação para ser operado em *commodities*, William Dunn despertou-se para o *trend following*. Após testar o sistema divulgado se interessou a desenvolver seus próprios *trading system*, segundo Covell (2014). Dunn construiu um sistema que utilizava dados diários de modo a analisar grandes tendências, observando altas e baixas dos preços, aplicando de 2% à 6% do capital sobre a sua administração em cada operação.

Segundo Covell (2014), William Dunn obteve retorno de mais de 51% em 2008, ano de crise em que uma parte significativa dos investidores de todo o mundo que operavam no mercado de renda variável, estavam com os investimentos em colapso.

William Dunn lançou seu sistema de *trend following*, o *Commodity Trading Advisor* (CTA) em 1974, depois de fazer uma carreira de pesquisa acadêmica. Ele diplomou-se Engenharia Física pela a Universidade de Kansas e doutorou-se em Física Teórica pela Universidade de Northwestern - EUA, bem como realizou pesquisas de operações e estudos de análise de sistemas para vários ramos do exército dos EUA. Dunn através de um investimento de US\$

---

<sup>29</sup> Disponível em: <<https://ctapformance.com/wntn>>. Acesso em 20/02/2018.

100.000 (cem mil dólares) em 1984, no programa WMA de Dunn (seu programa de execução mais longo) valeria ao final do ano de 2015 mais de US\$ 4 milhões (quatro milhões de dólares).<sup>30</sup>

Durante dois anos após sua conclusão do doutorado, Dunn ocupou-se em cargos de pesquisas e fez parte do corpo docente da Universidade da Califórnia e Pomona College. Antes de fundar a Dunn Capital Management<sup>31</sup> o que ocorrera em 1974. A Dunn Capital, baseia-se em sistemas de negociações fundamentados em métodos estatísticos e matemáticos, apoiando-se na filosofia do *trend following*, operando em *long* e *short*.

Em Coval (2014) é apresentada a entrevista realizada com William Dunn, o qual afirma que são dois os sistemas os quais utiliza nas operações de negociação, um é o mesmo quando a Dunn Capital começou a operar em 1974 e o outro foi lançado em 1989, sendo que as principais estratégias de compra e venda e gerenciamento de posição, não mudaram e ainda geram retornos significativos.

Seguindo o sistema de operações computadorizado que desenvolveu, Dunn mantém posições de longo prazo em tendências importantes, operando apenas duas a cinco vezes por ano em cada mercado. O sistema original era, e continua a ser, um sistema reversível, sob o qual o operador se mantém no mercado, operando com posições compradas ou vendidas. (COVEL, 2014, p.71).

No site oficial da Dunn Capital é explanado que a empresa oferece um serviço completo de alta capacidade com uma amplitude robusta e profundidade de pessoal (parte de seus funcionários são doutores), afirma-se que a administradora obteve nos últimos quarenta e dois anos (em relação ao ano de 2016), ou seja, desde sua fundação, uma taxa anual líquida composta de retorno de mais de 18% para os investidores que participam da Dunn Capital.

Ao pesquisar sobre a história de sucesso de Willian Dunn, bem como a de Harding sobre suas operações no mercado de renda variável, percebeu-se que negociadores que pretendem obter resultados significativos nos mercados, precisam dar ênfase nos estudos sobre o comportamento do mercado financeiro, fundamentando-se em métodos matemáticos e estatísticos, para

---

<sup>30</sup> Baseado na entrevista de Willian Dunn, concedida a Collins, Daniel P. *William Dunn: Legendary CTA building legacy to last*. 2015. A qual está disponível em: <<http://www.futuresmag.com/2015/09/25/william-dunn-legendary-cta-building-legacy-last>>. Acesso (10/02/2018).

<sup>31</sup> Disponível em: <<http://www.dunncapital.com/about.php>>. A Dunn Capital Management é uma administradora de fundos que opera nas mais variadas classes de ativos em mercados de futuros, a qual Willian Dunn é presidente emérito

possibilitar a construção de estratégias de investimento, na busca de desenvolver sistemas de negociações vencedores.

Uma parte significativa dos seguidores de tendências citados neste apêndice, investiram de forma relevante em pesquisas para desenvolver ou aperfeiçoar seus *trading systems*, incluindo pesquisadores com mestrados e ou doutorados no corpo de funcionários de suas empresas administradoras de fundo, exceto alguns como Ed-Seykota que é um seguidor de tendências, mas não dispõe de funcionários. O perfil de Ed-Seykota será relatado mais adiante.

### **Jhon W. Henry**

O perfil de Henry enquanto operador é bem parecido com o de Dunn, os dois desenvolveram seus sistemas de negociação na década de 1970, possibilitando lucros milionários ano após ano, obtendo lucros expressivos inclusive em crises como a de 2008 quando Henry obteve mais de 39% de lucro. Mas, diferente de Dunn, Henry deixou de gerenciar fundos em dezembro de 2012 segundo Collins<sup>32</sup> e Zuckerman<sup>33</sup>.

Covel (2014) afirma que o primeiro fundo administrado por Henry, teve como capital inicial 16 mil dólares, diante do sucesso adquirido em suas operações ele alcançou segundo Zuckerman 2,5 bilhões de dólares sob sua administração.

Após décadas de sucesso utilizando a filosofia do *trend following*, através da administradora de fundos John W. Henry & Company, a qual ele fundou em 1981, Henry se tornou dono de diversas empresas incluindo um time de beisebol.

Henry operava a longo prazo arriscando sem limite de ganho e tolerando perdas consideráveis sobre o montante adquirido em dada posição de investimento, para obter lucros mais significativos, baseando-se em sistemas fundamentados em métodos matemáticos e estatísticos, analisando de forma primordial os preços.

Como todo seguidor de tendências que obteve sucesso em suas operações, Henry assim como Dunn, dedicou anos ao estudo de dados históricos de preços de ativos do mercado de renda variável.

---

<sup>32</sup> Disponível em: <<http://www.futuresmag.com/2012/11/09/john-henry-close-cta-shop>>. Acesso em 17/04/2017.

<sup>33</sup> Disponível em: <<http://www.wsj.com/articles/SB10001424127887323894704578109034136385080>>. Acesso em 17/04/2017.

Seguidores de tendências como Henry e Dunn não teriam desenvolvido seus sistemas de operações sem primeiro decidir como veriam o mundo. Ambos, por experiência, educação e pesquisa, chegaram a uma compreensão de como os mercados funcionam, antes que determinassem como operar neles, o que os dois descobriram, separadamente, foi que tendências de mercado são mais presentes do que as pessoas imaginam, e poderiam ter sido operadas 200 anos atrás da mesma maneira que são operadas hoje (...) Henry dedicou anos ao estudo de dados históricos de preços nos séculos 18 e 19. (COVEL, 2014, p.85).

Os estudos de Henry proporcionaram grandes lucros ao longo de décadas, porém a performance da administradora de fundos de Henry obteve rentabilidade anual bem diversa segundo Covell (2014), chegou a lucrar em um único ano o valor de 252,42% e oscilou chegando a perder até 18,69% sobre as operações em um único ano.

## **Ed Seykota**

Ed Seykota é considerado como um dos melhores operadores e seguidores de tendências do mundo, conseguiu elevar uma conta de cinco mil dólares para 15 milhões de dólares em apenas 12 anos segundo Schwager (2012) e Covell (2014), sendo um dos resultados mais impressionantes do mercado.

Seykota formou-se em Engenharia Elétrica em 1969, iniciando sua carreira como operador em 1972, tornando-se funcionário de uma grande corretora, para a qual segundo Covell (2014), desenvolveu o primeiro sistema computadorizado para operar com dinheiro de clientes no mercado de futuros e certo tempo depois buscou operar por conta própria.

O primeiro sistema comercial desenvolvido por Ed Seykota tinha como base médias móveis exponenciais e com o tempo este sistema foi aperfeiçoado adaptando-o ao seu estilo de negociação e preferências.

Covell (2014) aborda que Seykota despertou em desenvolver *trading systems* por influência de Richard Donchian (o perfil de Donchian será descrito mais adiante), após realizar a leitura de um material que apresentava a maneira de Donchian operar no mercado de renda variável, e demonstrava que sistemas mecânicos poderiam trazer retornos superiores ao do mercado. Em entrevista, Ed Seykota fala do início de sua carreira como operador, um trecho é apresentado a seguir.

Certa vez, li em uma publicação uma carta de Richard Donchian, que dava a entender que um sistema puramente mecânico de *trend following* seria capaz de superar o desempenho médio dos mercados. Isso me pareceu impossível. Por isso comecei a escrever programas de computador (em cartões perfurados, naqueles dias) a fim de

testar a teoria. Supreendentemente, a teoria [de Donchian] foi confirmada pelos testes (...) estudar os mercados e apostar dinheiro, em minha opinião, eram tão fascinante, se comparado às demais oportunidades de carreira, que eu tinha então, que comecei logo a operar em tempo integral e a ganhar a vida com isso. (COVEL, 2014, p.100).

Já Schwager (2012) apresenta outra entrevista concedida por Ed Seykota, o qual revelou que além de Donchian ele também foi influenciado pelo livro *Reminiscences of a Stock Operator*<sup>34</sup> escrito por Edwin Lefèvre e publicado em 1923, o qual trata-se da biografia de Jesse Livermore. Este livro teve sua segunda edição lançada em 2006 por Roger Lowenstein, sendo considerado por muitos uma leitura necessária para investidores que operam no mercado de renda variável.

Diferente de David Hanry, Bill Dunn, John Henry entre outros seguidores de tendências, Ed Seykota não tem um escritório composto de funcionários e não se oferece no mercado como administrador de fundos e inclusive é seletivo para aceitar clientes, segundo Covell (2014), no entanto tem admiradores em todo o mundo, diante de seus resultados significativos em suas operações nos mercados de renda variável especialmente a de futuros.

Ed Seykota mantém um fórum eletrônico o *The Trading Tribe*<sup>35</sup> o qual é um espaço de discussão e interação com investidores e operadores de todo o mundo, onde Seykota responde perguntas e comentários criando uma dinâmica significativa.

## **Keith Campbell**

Keith Campbell é um expoente da filosofia *trend following*, segundo Covell (2014), se tornou operador por acaso, sendo influenciado por um colega de apartamento na cidade em que trabalhava. Após colocar um anuncio, em busca de alguém para dividir o apartamento e então surgiu um corretor de *commodities*, tendo este convencido Campbell a operar como cliente.

Passados algum tempo Campbell conseguiu 60 mil dólares em investimentos para o então colega de apartamento, através de 12 clientes assim tornando-se sócio, este foi o primeiro fundo de futuros a ser administrado por Campbell. No entanto separou-se da sociedade alguns anos e fundou a Capbell & Company o que ocorrera em 1972, a qual segundo Lovell (2013)<sup>36</sup> tornou-se a administradora de fundos mais antiga e com maior número de clientes do mundo.

---

<sup>34</sup> Disponível em: <[https://www.trendfollowing.com/whitepaper/Edwin\\_LeFevre\\_Remimiscences\\_of\\_a\\_Stock\\_Operator.pdf](https://www.trendfollowing.com/whitepaper/Edwin_LeFevre_Remimiscences_of_a_Stock_Operator.pdf)>. Acesso em 27/02/2018.

<sup>35</sup> Disponível em: <<http://www.seykota.com/tt/default.html>>. Acesso em 15/04/2017.

<sup>36</sup> Disponível em: <<http://www.thehedgefundjournal.com/node/9029>>. Acesso em 15/04/2017.



A Capbel & Company segundo informações apresentadas em seu site oficial<sup>37</sup>, a administradora de fundos opera nas mais variadas classes de ativos, nos diversos mercados, negociando em posições *long* e *short*, no índice de ações, títulos, câmbio bem como em ações, avaliando apenas dados técnicos do mercado e exclui quaisquer fatores econômicos externos ao mercado. E para tanto, investe em pesquisas para a criação de modelos e métodos em consonância com a tecnologia computacional, com apoio de uma equipe de funcionários composta por matemáticos, engenheiros, cientistas e economistas.

Os resultados obtidos por Capbell em sua trajetória enquanto gerenciador de fundos foi espetacular haja vista o retorno que sua administradora acumulou. No período de 1998 à abril de 2016 foi acumulado cerca de 2,194,71% de rentabilidade, de modo que chegou a um máximo *drawdown* de 29,32%. Outras características de desempenho da Capbell & Company podem ser adquiridas no site da Commodity Trading Advisors (CTAs)<sup>38</sup>.

### **Richard Dennis**

Richard Dennis começou operar na adolescência com 400 dólares economizados de seu trabalho como entregador de pizzas e viria a conquistar riqueza, através de suas operações no mercado de renda variável, obtendo segundo Covell (2014), centenas de milhões de dólares em lucros. Porém sua fama se deu por conta da experiência que Dennis realizou em ensinar formas de negociação a novos operadores, o qual formou um grupo que ficou conhecido como “os tartarugas”.

A ideia da formação do grupo de alunos surgiu segundo Covell (2009), através de uma aposta entre Dennis e seu sócio William Eckhardt, este acreditava que para ser operador requeria uma capacidade nata em negociação, enquanto Dennis apostava que seria capaz de ensinar os métodos e filosofia de negociação para se obter sucesso no mercado de renda variável, assim como ele obteve.

O grupo dos “tartarugas” foi composto por profissionais de distintas áreas como, por exemplo, do jogo de azar, malabaristas e um contador (Jerry Parker). Parker se tornou um dos líderes do setor de investimento chegando a administrar bilhões de dólares. Em entrevista a Covell (2014)

---

<sup>37</sup> Disponível em: <<https://info.campbell.com/about-campbell/our-organization.aspx>>. Acesso em 20/04/2016.

<sup>38</sup> Disponível em: <<http://ctaperformance.com/campbell>>. Acesso em 20/04/2016.

ele demonstrou que o sucesso no *trend following* depende muito mais de disciplina que realizações acadêmicas.

Através da Chesapeake Capital Corporation<sup>39</sup>, fundada no ano de 1988 por Parker, a administradora de fundos Chesapeake, obteve retorno acumulado no valor de 2443,07% ao final de janeiro de 2018, levando-se em conta a data de sua fundação, e já alcançou 32,48% de máximo *drawdown*.<sup>40</sup>

Jerry Parker é um exemplo dos diversos discípulos de Dennis que obteve sucesso, porém nem todos “os tartarugas” conseguiram grande sucesso quando foram operar de forma independente, a exemplo de Curtis Faith, o que ainda segundo Covel (2009) e Covel (2014), o principal problema tenha sido que eles não conseguiram ter uma psicologia necessária para operar sem ajuda de Dennis.

Alguns discípulos dos grandes nomes do *trend following*, a exemplo de alguns “tartarugas”, podem ter sido levados a falência por não terem respeitado uma disciplina rigorosa e necessária, determinada pelas estratégias e métodos do *trend following*, em manter a obediência dos sinais gerados pelo sistema de negociação para a tomada de decisão de compra ou venda, se afastando de decisões emocionais.

Além de Dennis, outros seguidores de tendências também se tornaram referências como professores do *trend following*, por exemplo, Ed Seykota, Dunn e Henry, os quais orientaram operadores que obtiveram grande sucesso, como apresentado anteriormente. Validando a teoria de Dennis que o *trend following* pode ser ensinado de maneira a possibilitar aos operadores a obter grande sucesso no mercado.

### **Richard Donchian**

Richard Donchian é considerado o mentor do gerenciamento de fundos de futuros, através de suas ideias a respeito de operar no mercado de renda variável, o que encadeiraria na construção de uma indústria de gerenciamento de fundos. Covel (2014) considera Donchian como o “pai do *trend following*”, já que técnicas de operações desenvolvidas por Richard Donchian se tornaram a base para os sistemas desenvolvidos pelos seguidores de tendências.

---

<sup>39</sup> Disponível em: <<http://www.chesapeakecapital.com/>>. Acesso em 27/02/2018.

<sup>40</sup> Disponível em: <<http://ctaperformance.com/chesapeake>>. Acesso em 27/02/2018.

Richard Donchian viveu de 1905 à 1993, também foi influenciado, assim como Ed Seykota pela biografia de Jesse Livermore, segundo Covell (2009). Desde que Donchian criou o primeiro fundo de administração de capital, o que ocorrera em 1949 até sua morte, ele sempre forneceu suas pesquisas e orientou diversos seguidores de tendências, influenciando inclusive os tartarugas e o Ed Seykota.

Os *The Trading Tribe*<sup>41</sup> abordam 20 significativas diretrizes determinadas por Donchian, as quais podem auxiliar um operador a obter sucesso no mercado de renda variável, utilizando conceitos como, o de diversificação e controle de riscos, elementos relevantes que valeram a William Sharpe e Herry Markowitz o Nobel de Economia de 1990, segundo Covell (2014).

Donchian apesar de ser pioneiro em sistemas de negociação e do *trend following*, só veio a administrar uma grande quantia após 42 anos do início de suas operações no mercado, aos 60 anos de idade, administrando 27 milhões de dólares, na administradora *Shearson American Express*, levando a Donchian lucrar ao ano 2 milhões de dólares, sendo 1 milhão de dólares em comissões e taxas de administração e o outro 1 milhão em lucros de mercado.

Ao analisar a trajetória de Donchian, percebemos que ele esteve a frente de seu tempo, haja vista a sua influência e propagação da filosofia do *trend following* como ferramenta de auxílio em operações no mercado de renda variável.

### **Barbara Dixon**

Encontramos poucas referências na literatura que abordassem sobre Barbara Dixon, mas considerando a entrevista de Dixon concedida a Michael Covell [Covell (2014)], sabe-se que ela formou-se no Vassar College em 1969, mas sofrendo preconceito por ser mulher e diplomada em História, ninguém quis contratá-la como corretora de ações, porém com persistência foi contratada por uma administradora de fundos para trabalhar ao lado de Donchian como secretária.

Barbara Dixon inicialmente passou três anos sob a orientação de Donchian, antes de iniciar por conta própria a carreira de sucesso como comerciante em 1973 influenciada pelo “pai do *trend*

---

<sup>41</sup> Disponível em: <<http://www.seykota.com/Tribe/resources/Donchian/>>. Acesso em 27/02/2018.

*following*” (Dochian), não demorou muito segundo Covel (2014) para ela conseguir 40 clientes com contas sobre a sua gerência que variavam de 20 mil dólares à 1 milhão de dólares.

Dixon percebia com simplicidade a maneira que Donchian operava, de maneira que para ela, um bom sistema é só aquele que gere um sinal de entrada no mercado quando haja um sinal de uma tendência estabelecida, de maneira que se considere apenas as movimentações dos preços, na expectativa que haja lucro a longo prazo sem tentar prever as futuras movimentações, mas sim em poder reagir a essas movimentações. Essa característica de Barbara Dixon demonstra a essência da filosofia do *trend following*.

### **Jesse Livermore**

Jesse Livermore (1877-1940) foi um operador de commodities e ações do século 20 que já operava como seguidor de tendências antes mesmo que o termo surgisse, Lefevre<sup>42</sup> (1923) afirma que Livermore começou a trabalhar em uma corretora aos 15 anos de idade, quando iniciou os estudos dos movimentos dos preços. Aos 20 anos mudou-se para Nova York onde começou a especular em ações e commodities, baseando-se nas flutuações dos preços.

Livermore escreveu um livro, *How to Trade in Stocks: The Livermore Formula for Combining Time, Element and Price*<sup>43</sup>, publicado em 1940, onde defendeu formas de compra e venda específicas com base em análises da tendência percebida.

Apesar de Livermore ter proporcionado significativas contribuições sobre a filosofia do *trend following*, o que influenciaria Ed Seykota, Donchian, entre outros adeptos da referida filosofia, Covel (2014) considera que Livermore não deve ser tomado como modelo de operador, pois o mesmo lucrou milhões, mas também chegou a perder milhões, vindo a falir alguns vezes, muito embora o que não reduz a sabedoria de sua filosofia sobre o mercado de renda variável, o qual tinha como base a análise dos preços e por conseguinte contribuiria de forma relevante para o sucesso de muitos seguidores de tendências.

---

<sup>42</sup> Disponível em:

<[https://www.trendfollowing.com/whitepaper/Edwin\\_LeFevre\\_Remiscences\\_of\\_a\\_Stock\\_Operator.pdf](https://www.trendfollowing.com/whitepaper/Edwin_LeFevre_Remiscences_of_a_Stock_Operator.pdf)>. Acesso em 27/02/2018.

<sup>43</sup> Disponível em: <[http://www.r-5.org/files/books/trading/speculation/Jesse\\_Livermore-How\\_To\\_Trade\\_In\\_Stocks\\_%281940\\_original%29-EN.pdf](http://www.r-5.org/files/books/trading/speculation/Jesse_Livermore-How_To_Trade_In_Stocks_%281940_original%29-EN.pdf)>. Acesso em 27/02/2018.

## Glossário

**Ação** – Menor parcela do capital social de uma empresa de capital aberto. Algumas empresas com capital aberto têm negociação de suas ações na bolsa de valores.

**Ação nominal** – Ação emitida em nome de um acionista para negociação. Possui registro no livro de Registro de Ações Nominativas da empresa.

**Agente Deficitário** – É aquele cuja renda não cobre suas despesas.

**Agente Superavitário** – É aquele cuja renda excede suas despesas, isso quer dizer que ele tem dinheiro para suprir todas as suas necessidades e ainda fica com capital sobrando.

**Alavancagem** – Estratégia em que o investidor movimenta mais recursos do que efetivamente possui.

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

**Algoritmo genético** – Consiste em uma técnica de Inteligência Artificial que se fundamenta em teorias e conceitos da genética e da evolução de populações de seres vivos. A implementação de tal técnica visa possibilitar que soluções ótimas, sejam encontradas para resolver problemas, do mundo real, detectados em diversas áreas do conhecimento.

**Ativo** – Lançamento contábil que identifica bens e direitos da empresa.

**Backtest** – É o procedimento de teste de uma estratégia de negociação, aplicando-a de forma simulada sobre dados históricos do mercado financeiro, e tem por objetivo avaliar a eficácia da estratégia.

**Bonificações** – Segue um raciocínio semelhante ao dado aos dividendos, mas a distribuição para os acionistas se dá em cima do aumento de capital de uma sociedade, mediante a incorporação de reservas e lucros, quando são distribuídas gratuitamente novas ações a seus acionistas, em número proporcional às já possuídas. Isto é, o acionista não recebe dinheiro, mas mais ações.

**Buy-and-hold** – É uma estratégia de comprar e manter-se posicionado em determinado ativo, na expectativa que o preço do ativo aumente ao longo do tempo.

**Crash** – É uma queda abrupta e acentuada dos preços dos ativos negociados na bolsa de valores, geralmente provocada por pânico, associado a fatores econômicos.

**Derivativo** - É um contrato no qual se estabelecem pagamentos futuros, cujo montante é calculado com base no valor assumido por uma variável, tal como o preço de um outro ativo (ação ou *commodity*), a inflação acumulada no período, a taxa de câmbio, a taxa básica de juros ou qualquer outra variável dotada de significado econômico.

**Dividendo** – É a parcela de lucro líquido distribuída aos acionistas.

**Drawdown** – É o percentual de queda a partir do último ponto máximo de lucro cumulativo.

**Hardware** – Parte física de um computador, é formado pelos componentes eletrônicos, como por exemplo, circuitos de fios e luz, placas, utensílios, correntes, e qualquer outro material em estado físico, que seja necessário para fazer com o que computador funcione.

**Hedge** – Estratégia que consiste em assumir uma posição comprada ou vendida em um derivativo (contratos futuros, opções e etc.) ou investimento, visando minimizar ou eliminar o risco de outros ativos como ações e moedas. Tem objetivo de proteger operações financeiras com exposição a grandes variações de preços, protegendo o investidor do chamado risco de mercado, ou seja, do risco de exposição a volatilidade de determinados ativos.

**In-sample** – Parte considerada da amostra em que se realiza a otimização e formatação das estratégias.

**Inteligência Artificial** – É um ramo da Ciência da Computação que se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade humana de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas.

**Long-short** – É uma operação que mantém uma posição vendida em um ativo e comprada em outro.

**Margem de depósito** – Em mercado de capitais, garantia exigida para operações cujo risco pode exceder o valor dos ativos possuídos.

**Máximo drawdown** – É o percentual máximo de queda em uma determinada série de dados.

**Mercado de ações** – Mercado onde são realizadas negociações de títulos de renda variável, ações, que representam a menor fração do capital da empresa emitente.

**Mercado de opções** – Mercado em que são negociados direitos de compra ou venda de um lote de ações, com preços e prazos de exercício preestabelecidos.

**Mercado futuro** – É o mercado onde são realizadas operações por contratos, onde o comprador e o vendedor se comprometem a comprar ou vender em datas futuras ativos com preço e quantidade pré-fixados.

**Movimento altista** – Descrevem movimentos ascendentes dos preços de um ativo.

**Movimento baixista** – Descrevem movimentos descendentes dos preços de um ativo.

**Out sample** – Parte considerada da amostra em que se realiza a simulação das estratégias.

**Payoff ratio** – É o quociente entre a rentabilidade média das operações positivas e os retornos das operações negativas.

**Point value** – Um fator de multiplicação usado para converter para determinar o preço de um contrato do mercado de futuros.

**Posição em aberto** – Indica que o investidor atualmente encontra-se exposto ao mercado, pois carrega uma posição comprada ou vendida.

**Posição long (comprada)** – Ter uma posição (realizar uma operação) em que o investidor lucre com a alta dos preços do ativo.

**Posição short (vendida)** – Ter uma posição em que se ganhe com a baixa dos preços dos ativos considerados na operação. Neste caso vender sem ter as ações.

**Preço de abertura [open price]** – É o preço correspondente ao primeiro negócio de um pregão.

**Preço de fechamento [close price]** – Último preço que um título foi negociado durante um pregão regular.

**Pregão** – Sessão da bolsa de valores onde se negociam seus ativos.

**Profit factor (fator de lucro)** – É dado através da divisão entre o lucro bruto dividido pelo valor absoluto da perda. Fatores de lucro de 1,5 ou mais sugerem um sistema forte. Um sistema de comércio ou método com um baixo fator de lucro pode tornar-se não lucrativo com apenas uma ligeira mudança na dinâmica do mercado.

**Proventos** – São dividendos, bonificações e/ou direitos de subscrição distribuídos, dados por uma empresa aos seus acionistas.

**Recovery factor** – Fator de recuperação – é dado pelo cálculo entre todo lucro líquido gerado pelo sistema, dividido pelo prejuízo máximo ocorrido (*drawdown*).

**Redes neurais artificiais** – São técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência.

**Sharpe ratio** – Medida do retorno do investimento ajustado ao risco. Acima de 1,0 é considerado bom.

**Stop loss** – Estratégia que estabelece o limite máximo de perda permitido em uma dada posição.

**Taxa de acerto** – Valor percentual correspondente ao número do total de *trades* realizados e que geraram lucro.

**Títulos** – Quando o comprador realiza compra em determinado ativo e tem o direito de negociar o ativo-objeto ao preço de exercício no prazo de vencimento da série, diz-se neste caso que tem direito a títulos.

**Trade-off** – É uma expressão em inglês que significa o ato de escolher uma coisa em detrimento de outra e muitas vezes é traduzida como "perde-e-ganha".

**Trader** – Termo em inglês para negociador, operador ou investidor ativo na bolsa de valores.

**Valores mobiliários** – São valores mobiliários, quando ofertados publicamente, quaisquer títulos ou contratos de investimento coletivo que gerem direito de participação, de parceria ou remuneração, inclusive resultante da prestação de serviços, cujos rendimentos advém do esforço do empreendedor ou de terceiros.

**Venda a descoberto** – É uma modalidade de negociação em que vendemos algum ativo financeiro (ações, opções, contratos futuros) que NÃO possuímos anteriormente, e depois o compramos, para zerar nossa posição, contrária à forma tradicional “compra e depois venda”.

**Volatilidade** – Intensidade e frequência de variações bruscas da cotação de um ativo, índice, título ou valor mobiliário. Medida de risco que um fundo apresenta com relação ao valor de suas cotas diárias.