



## SISTEMA DE NEGOCIAÇÃO BASEADO EM TÉCNICAS SEGUIDORAS DE TENDÊNCIAS: ESTRATÉGIA PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO NO MERCADO DE FUTUROS BRASILEIRO

### A TRADING SYSTEM BASED ON TREND-FOLLOWING TECHNIQUES: A STRATEGY TO SUPPORT DECISION-MAKING IN BRAZILIAN FUTURES MARKET

Gilcimar Pereira dos Santos, Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil, gilcimar.simba@gmail.com

Carlos Alberto Rodrigues, Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil, carlos.fsa@gmail.com

#### Resumo

Sistemas de negociação baseados em estratégias fundamentadas em seguir tendências, são utilizados por inúmeros investidores para negociarem nos mercados financeiros, 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. Neste artigo, apresenta-se um sistema de negociação seguidor de tendências, o qual tem sua performance demonstrada no mercado de contratos futuros negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA), a bolsa de valores brasileira. Para tanto, considerou-se séries históricas de preços de ativos disponíveis para negociação entre janeiro de 2000 e dezembro de 2014. Através de simulações, o sistema mostrou-se rentável caso fosse operado no mercado de contratos futuros brasileiro, superando inclusive a estratégia de comprar e manter no índice Ibovespa. O presente trabalho contribui na discussão a respeito da eficácia de sistemas de negociação baseados em técnicas de investimento seguidoras de tendências nos mercados financeiros.

**Palavras-chave:** Sistema de Negociação; Acompanhamento de Tendências; Estratégias de Negociação; Indicadores Técnicos; BM&FBOVESPA.

#### Abstract

Trading systems based on trend strategies are applied by numerous investors to trade in financial markets, for operations in the most varied asset classes worldwide. These systems play an important role in decision-making by an investor in conducting a negotiation. In this study, a trend-following system is presented and its performance demonstrated in the futures market of São Paulo Mercantile and Futures Exchange (BM&FBOVESPA), the Brazilian stock exchange. For this purpose, historical series of asset prices available for trading between January 2000 and December 2014 were considered. Through simulations, the system was proven to be profitable if it were operated in the Brazilian futures market, even surpassing the buy and hold strategy of the Ibovespa index. The present work contributes to the discussion about the effectiveness of trading systems based on trend-following investment techniques in financial markets.

**Keywords:** Trading System; Trend-Following; Trading Strategies; Technical Indicators; BM&FBOVESPA.

## 1. INTRODUÇÃO

Diferentes 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 negociados nas bolsas de valores, como apontam, por exemplo, Tsang e Jaramillo (2004), Covell (2014), El-khodary (2009), Tung e Queck (2011), 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, podem utilizar as tecnologias computacionais para implementar suas estratégias e técnicas de investimento, culminando com a internet para otimizar 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 e Jaramillo (2004).

Segundo Covell (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* (seguidor de tendências).

O *trend following*, segundo Abraham (2013) e Covell (2014), é um conjunto de conceitos ou uma filosofia de investimento que consiste em desenvolver estratégias e métodos de negociação, com o objetivo 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 (*long*) ou a venda a descoberto (*short*), focando na tendência percebida.

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 realizado um estudo da bibliografia relacionada ao *trend following*.

Estudos como o de Clare *et al.* (2015), consideram que o *trend following* tem sido amplamente utilizado nos mercados de futuros durante muitas décadas. No entanto, Dai, Zhang e Zhu (2010), Hurst, Ooi e Pedersen (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. Também há poucos que tratem deste tema no mercado do Brasil.

Apesar de terem sido encontradas na literatura evidências a respeito da eficácia de sistemas e estratégias de negociação baseadas em seguir tendências, a exemplo de estudos realizados por Clare *et al.* (2015), Covell (2014), Abraham (2013), Faith (2007) e Wilcox *et al.* (2005), no entanto estes estudos não tratam do mercado brasileiro. Sendo assim, foi despertado o interesse no desenvolvimento de um *trading system* (sistema de negociação) seguidor de tendências para avaliar a sua eficácia no mercado de futuros da bolsa de valores brasileira.

Diante do exposto, o presente trabalho traz a discussão sobre até que ponto sistemas de negociação baseados em *trend following*, podem ter impactos positivos em relação à rentabilidade proporcionada, frente ao risco nas operações realizadas em ativos de contratos futuros negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo

(BM&FBOVESPA), tendo como base séries históricas de preços de ativos disponíveis para negociação, entre janeiro de 2000 a dezembro de 2014.

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 para o sistema de negociação proposto.

## **2. TENDÊNCIAS NOS PREÇOS EM 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 e Edwards (2003) não oscilam entre topos e fundos de uma forma desordenada, mas sim em tendência, porém essas tendências ocorrem de acordo com a periodicidade analisada.

Toms (2011) corrobora com Magee e Edwards (2003), o qual apresenta que os preços se movem em tendências de tal modo que em cada ponto no tempo, o preço está em tendência de alta ou em uma tendência de baixa. Toms (2011) define uma tendência de alta como um período de aumento dos preços e uma tendência de baixa como um período de queda dos preços.

Estudos realizados por Lempérière, Deremble, Seager, Potters e Bouchaud (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.

Na pretensão de perceber o comportamento dos preços e a evidência de uma tendência, os investidores do mercado de renda variável podem fundamentar-se em duas teorias, na análise fundamentalista ou na análise técnica e esta última podendo ser preditiva ou reativa, como afirma Covell (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) 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.

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 se reflita nos preços, possibilitando ao investidor uma decisão que leve à 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 & LI, 2007, p.6).

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.

A análise técnica reativa serve como princípio norteadora 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.

### 3. 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, com o objetivo de verificar as tendências nos preços dos ativos, como pode-se verificar em Appel (2005), Chen (2008), El-Khodary (2009), Tung e Queck (2011).

Diante do exposto, no presente estudo, buscou-se utilizar um conjunto de indicadores técnicos, para a implementação das estratégias de negociação que fazem parte do *trading system* proposto. Estes indicadores serão descritos a seguir.

A média móvel, segundo Brock, Lakonishock e Baron (1992) e El-Khodary (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.

Este indicador é o que o próprio nome indica, a média de preços que se deslocam no tempo. Esse deslocamento acontece devido a entrada de novos preços e a saída dos 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.

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

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. Por outro lado, a MME descrita pela Equação 2, não considera o mesmo peso para todos os preços da série histórica, mas 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 considerarmos 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 *Moving Average Convergence – Divergence* (MACD), que é um indicador técnico desenvolvido por Gerald Appel por volta de 1970 e tem sido utilizado, segundo Appel (2005) e Chen (2008) como auxílio para estratégias de investimento utilizadas pelos investidores 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, Andjelic e Redzepagic (2009), Elder (2004), Chen (2008) e Appel (2005) os quais obtiveram resultados positivos com a referida combinação.

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 1, mostra o comportamento do MACD, onde a linha verde sobre as barras de preços representa o comportamento das médias móveis exponenciais calculada sobre o preço dos 26 *closes* (fechamentos) diários obtidos pelo ativo, caracterizados como período de análise em longo prazo. Já a linha rosa representa o comportamento das médias móveis

exponenciais de 12 fechamentos, considerados também em dias e caracterizada pelas médias de período curto.



Figura 1: – Comportamento do MACD no ativo ICF (Café) em cotações diárias entre 01 de agosto de 2015 e 18 de maio de 2016, na BM&FBOVESPA.<sup>1</sup>

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 verde), determina-se a linha do MACD (linha azul), a qual representa as diferenças entre as médias de 26 e 12 períodos considerados, como pode-se verificar na Figura 1.

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 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.

Além das médias móveis exponenciais e do MACD, indicadores como o *hilo-activator*, volume e a média de amplitude de variação, são utilizados de forma significativa para a percepção das tendências nos preços de ativos. Deste modo serão apresentados estes indicadores técnicos, os quais também fazem parte do conjunto de estratégias estabelecidas no sistema de negociação seguidor de tendências, proposto neste artigo.

O *HiLo-activator - HiLo*<sup>2</sup> 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 dos

<sup>1</sup> Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>2</sup>*HiLo* é derivado das palavras em inglês *High* (máximo) e *Low* (mínimo).

máximos e mínimos dos preços, obtidos nas cotações dos preços anteriores de um ativo considerado em um período pré-estabelecido. Este indicador 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. O gráfico é plotado sobre os 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 pode ser verificado no gráfico da Figura 2.

A “escada” superior (vermelha), na Figura 2, exhibe a média simples das últimas 8 cotações dos preços máximos obtido pelo ativo, o que sinaliza um sinal de queda nos preços, deste modo o negociador venderá ou saíra de uma posição comprada. No caso em que a “escada” inferior (azul) é plotada, está sendo representada a média das últimas 4 cotações dos preços mínimos obtidos pelo ativo, sinalizando que o negociador pode entrar em uma posição comprada.



Figura 2 – Comportamento do *hilo-ativator* no ativo WIN (Mini Ibovespa) em cotações diárias entre 01 de outubro de 2015 e 20 de maio de 2016, na BM&FBOVESPA.<sup>3</sup>

O diferencial do *HiLo* está no fato de que apenas uma das 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.

Verifica-se que o indicador técnico *HiLo* tem um comportamento relevante do ponto de vista em demonstrar ao operador o comportamento dos preços de um ativo. Na Figura 2, percebe-se que na medida em que os preços se movem em tendência de baixa é plotado no gráfico a linha vermelha, representando que os preços obtidos pelo ativo no período não vem alcançando novas máximas e por isso não há uma tendência de alta, mas uma baixa nos preços.

Outro indicador relevante e que é considerado no escopo das estratégias estabelecidas no sistema de negociação proposto pelo presente estudo, é o volume de negócios que é computado pelo número de transações de compra e venda efetuadas para qualquer ativo financeiro e que pode ser exibido como o número de contratos transacionados.

<sup>3</sup> Fonte própria.

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.

Blume, Easley e O'Hara (1994) mostraram 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.

#### 4. RISCO E GESTÃO DO DINHEIRO

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

Tharp (2008) afirma que dimensionamento de posição é a parte do sistema de negociação que diz "quantos" ou "quanto" será negociado. 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 está disposto a tomar em dada posição.

Abraham (2013) aborda o risco, como uma questão do quanto do capital investido em uma negociação pode-se perder, para minimizar as perdas e lucrar no longo prazo. Sendo assim, o dimensionamento de posição é um dos elementos mais críticos e importantes para determinar o sucesso do investidor.

Diante do exposto, determinar o dimensionamento de posição adequado antes da realização de uma negociação pode gerar um impacto muito positivo nos resultados. Este dimensionamento é ajustado para refletir o risco envolvido em uma dada negociação, sendo importante para o investidor considerar também a diversificação dos mercados para minimizar os riscos.

##### 4.1 O dimensionamento de posição 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 um limite para as perdas conhecido como *stop loss* incluído nas estratégias de negociação.

Vimos na seção 4 que o risco pode ser entendido como uma questão do quanto do capital investido em uma determinada negociação pode-se perder. Além de determinar um dimensionamento de posição na estratégia de negociação para minimizar o risco, pode-se limitar as perdas através de um *stop loss*.

O método de dimensionamento de posição 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 considerar as diretrizes estabelecidas por Tharp (2008), obtém-se o *stop loss* dado pela Equação 4.

$$\text{stop loss} = k \cdot ATR_t(n) \quad (4)$$

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  $t$ .

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

- A diferença entre o maior e menor preço da cotação;
- A diferença entre o maior preço da cotação e o preço de fechamento verificado no dia anterior;
- A diferença entre o menor preço da cotação e o fechamento verificado no dia anterior.

O resultado de maior valor determinado entre as diferenças apresentadas anteriormente é definido como TR, 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 dia anterior, ou em relação à abertura e fechamento atual considerado, para realizar-se uma tomada de decisão.

Deste modo, o ATR para um período  $t$ , é calculado de acordo com a Equação 5.

$$ATR_t = \frac{ATR_{t-1} \times (n - 1) + TR_t}{n} \quad (5)$$

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 calculado no período  $t$ .

O primeiro valor ATR é calculado usando a Equação 6, que é uma média aritmética.

$$ATR_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TR_i \quad (6)$$

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 dimensionamento de posição determinado por Tharp (2008) para negociações em contratos futuros, além de levar em conta o *stop-loss* discutido anteriormente, leva em conta a margem de depósito do contrato, bem como o *point value* do ativo considerado para a realização da transação, de modo a se obter a Equação 7, que representa o método de dimensionamento de posição para negociações no mercado de futuros, baseado no risco.<sup>4</sup>

$$\varphi = \frac{\varepsilon \cdot \tau}{[k \cdot ATR_t(n)] \cdot \mu} \quad (7)$$

Sendo:  $\varphi$  o dimensionamento de posição dado em termos percentuais a ser calculado sobre o capital disponível para a realização de uma negociação em um ativo de contrato futuro;  $\varepsilon$  é o risco de perda que o investidor tomará por negociação;  $\tau$  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 4.

## 5. MÉTODOS E MATERIAIS

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

<sup>4</sup> As margens e *point-value*, levados em conta no presente trabalho, foram obtidos em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/>>. Acesso 30/03/2018.

\* Esses símbolos se referem ao mesmo tipo de ativo, no caso ao mini dólar, a diferença acontece porque a partir de 2011 os contratos WDL passaram a ser chamados de WDO.

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 população deste estudo constitui-se de contratos futuros de maior liquidez, negociados na BM&FBOVESPA. 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 8 ativos de contratos futuros, negociados no período de 01 de janeiro de 2000 à 31 de dezembro de 2014.

A opção em realizar os testes em operações de contratos do mercado de futuros, se deu por conta que os ativos negociados neste mercado não são correlacionados por envolverem diferentes mercados, o que segundo Clenow (2013) pode diminuir o risco nas operações. Os ativos considerados no presente estudo são listados na Tabela 1, com os respectivos símbolos utilizados pela BM&FBOVESPA.

SÍMBOLOS	ATIVOS
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

Tabela 1– Relação dos ativos utilizados como amostra

No presente trabalho foram selecionados os ativos com as maiores séries históricas de preços para a aplicação da estratégia seguidora de tendências. Foi realizada a otimização no período inicial *in-sample* (01 de janeiro de 2000 à dezembro de 2007) e a aplicação na parte posterior *out-sample* (01 de janeiro de 2008 à dezembro de 2014), testando assim o comportamento do sistema.

A dinâmica considerada para o tratamento dos dados em comparar o comportamento do sistema 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 do sistema no período do teste, de modo a não corresponder ao dinamismo real do mercado.

Na metodologia empregada para a implementação do sistema de negociação seguidor de tendências foram adotados os seguintes critérios:

- Para configurar o sistema de negociação foram considerados os indicadores técnicos demonstrados na seção 3, bem como o dimensionamento de posição e o *stop loss* descrito na subseção 4.1, levando-se em conta operações *long* (compra) e *long-short* (compra e venda a descoberto);
- Os intervalos para o cálculo das médias dos preços máximos e mínimos para o indicador *HiLo*, foram determinados através da otimização, obtendo-se valores específicos para cada ativo considerado na amostra;
- Considerou-se ainda, na otimização a determinação do número de dias a serem considerados para o cálculo da média do volume (veja seção 3), bem como um fator aplicado sobre esta média, para condicionar as posições de compra ou venda;

- Para os parâmetros do MACD foram adotados os intervalos 12, 26 e 9, respectivamente, para o cálculo das médias de curto prazo, longo prazo e a média da linha de sinal do MACD, utilizados como padrão e sugeridos por Eric, Andjelic e Redzepagic (2009), Elder (2004), Chen (2008) e Appel (2005) (verifique a seção 3);
- Após a determinação dos parâmetros descritos nos tópicos anteriores, realizou-se a simulação em operações *long* e *long-short* em *out-sample*, correspondente ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2014;
- As sinalizações para a compra, venda ou saída de uma posição, ocorreram no fechamento diário, de modo que a ordem foi enviada na abertura do próximo dia de negociação na bolsa de valores;
- Foi utilizado um capital hipotético no valor de 100 mil unidades monetárias, para a manutenção da carteira, gerada pelo sistema de negociação desenvolvido.

Os resultados gerados pelo sistema são apresentados na próxima seção.

## 6. RESULTADOS

Através da otimização dos parâmetros foram determinados os valores para o cálculo das médias correspondentes aos preços máximos e mínimos do *HiLo*, demonstrados na Tabela 2.

ATIVOS	INTERVALO PARA O CÁLCULO DA MÉDIA DOS PREÇOS MÍNIMOS	INTERVALO EM DIAS PARA O CÁLCULO DA MÉDIA DOS PREÇOS MÁXIMOS
Boi gordo	13	10
Milho	6	4
Café	8	40
Soja	12	18
Mini dolar	36	19
Mini Ibovespa	20	48
Mini petróleo	12	20

Tabela 2 – Parâmetros determinados para o cálculo do *hilo-activator* em contratos de futuros da BM&FBOVESPA.

Além de determinar os parâmetros descritos na Tabela 2, determinou-se através da otimização os valores para o cálculo da média do volume e o seu fator, obtendo respectivamente, 81 e 1. Já os valores adotados para  $k$  e  $n$  (ver subseção 4.1), de modo a realizar o cálculo do *stop loss* determinado pela Equação 4, foram respectivamente 2 e 20.

As estratégias estabelecidas para a realização de operações compra e/ou venda a descoberto, são listadas a seguir:

1. 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 contrato considerado (Tabela 2), ou seja, o *HiLo* deve estar em modo compra;
2. Para posicionar-se em *compra* (além da condição 1) o MACD na escala diária deve estar em sinal de compra, o que ocorre quando a linha de sinal do MACD esteja acima da linha do MACD (veja a Figura 1).
3. 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;
4. Para operar em venda a descoberto o *HiLo* deve estar em modo venda, o que ocorre quando o preço de fechamento diário esteja abaixo da média dos preços mínimos obtidos pelo ativo no intervalo considerado;

5. Para entrar na posição venda a descoberto o MACD na periodicidade diária deve estar no modo venda, o que ocorre quando a linha de sinal do MACD, esteja abaixo da linha do MACD;
6. O *stop loss* acontece quando o preço do contrato estiver abaixo do valor da compra em um valor correspondente ao dobro do ATR, calculado sobre os 20 últimos fechamentos semanais anteriores a compra. Neste caso deve-se terminar a negociação.
7. O dimensionamento de posição considerado é determinado pela Equação 7 e descrito na subseção 4.1.

Diante das estratégias estabelecidas para o sistema de negociação obteve-se a performance apresentada na Tabela 3, de modo que o sistema seria rentável em operações compra e/ou venda a descoberto no período *in-sample* e *out-sample*.

PERÍODO DE ANÁLISE	IN-SAMPLE		OUT-SAMPLE	
	<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
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
CAR/MDD	1,09	2,35	1,39	2,81
Retorno médio anual acumulado (%)	23,40	58,99	33,88	60,77

Tabela 3– Performance da estratégia de investimento através do *sistema de negociação* seguidor de tendência em operações *long* (compra) e *long-short* (comprado e vendido simultaneamente) em contratos de futuros.

As estatísticas demonstradas pelo sistema de negociação, no período *out-sample* em operações simultâneas de compra e venda a descoberto, foram próximas aos resultados gerados na otimização do sistema (período *in-sample*).

O sistema demonstrou na otimização dos parâmetros taxa de acerto de 43,32%, valor abaixo de 50%, porém proporcionaria lucro. O que corrobora com as considerações de Clenow (2013) em que sistemas baseados em técnicas seguidoras de tendências geralmente alcançam taxas de acerto abaixo de cinquenta por cento, mas são significativamente rentáveis.

O máximo *drawdown* (máxima redução do capital) no período otimizado em operações simultâneas de compra e venda a descoberto, foi de 25,08% e retorno médio anual acumulado de 58,99%, com boa relação de CAR/MDD (retorno médio anual sobre o máximo *drawdown*) no valor de 2,35.

O sistema no período considerado *out-sample*, em operações simultâneas de compra e venda a descoberto, obtiveram retorno médio anual acumulado de 60,77%, máximo *drawdown* de 21,61% e CAR/MDD de 2,81, com taxa de acerto de 42,54%, a rentabilidade média das operações positivas foi superior em relação a rentabilidade média das operações negativas, a relação alcançou 4,53 (*payoff ratio*).

Verifica-se através da Tabela 3, que em operações apenas de compra o sistema proposto geraria, caso fosse operado entre janeiro de 2008 à dezembro de 2014, retorno médio anual acumulado positivo em torno de 33,88% e máximo *drawdown* de 24,35%, de modo a gerar 1,39 de relação CAR/MDD. Performance lucrativa em relação ao risco retorno, porém não superaria a estratégia em operar de forma simultânea na compra e na venda a descoberto, tanto no período em que realizou-se a otimização e no período em que foi realizado o teste.

O sistema de negociação apesar de gerar no período *in-sample* taxa de acerto de 43,32% em operações simultâneas de compra e venda a descoberto e de 39,66% em operações apenas comprado, mostrou-se uma estratégia vencedora. O mesmo ocorreu também no período *out-*

*sample*, com taxa de acerto de 41,28% em operações de compra e de 42,54% em operações simultâneas de compra e venda a descoberto. Valores considerados normais para um sistema baseado em técnicas de *trend following*, segundo Covel (2014) e Clenow (2013) do ponto de vista da taxa de acerto.

A Figura 3 mostra a rentabilidade do sistema, em termos percentuais ao final de cada ano, levando-se em conta o período *out-sample* considerado pelo presente estudo. O sistema de negociação caso fosse utilizado no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA, chegaria a uma rentabilidade em um único ano no valor de 139,1% (em 2008) em operações simultâneas de compra e venda a descoberto, enquanto no mesmo ano em negociações apenas de compra geraria 70% de rentabilidade. Neste caso o sistema teria sido beneficiado pelas fortes quedas que ocorreram em diversos mercados operando contratos na venda a descoberto.

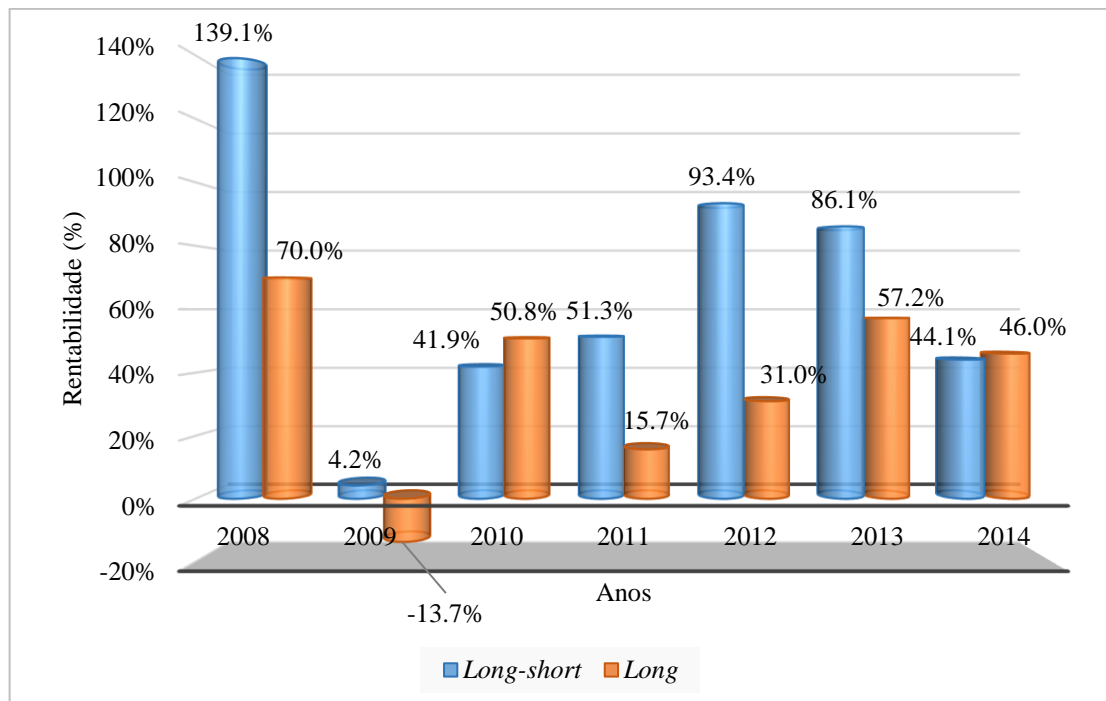


Figura 3: Rentabilidade anual do sistema de negociação em operações *long* e *long-short*.

A Figura 3 mostra que o sistema de negociação teria rentabilidade positiva em todos os anos em negociações simultâneas de compra e venda a descoberto (*long-short*). Para as operações de apenas compra (*long*) não seria rentável apenas no ano de 2009, quando obteria rentabilidade negativa no valor de 13,7%.

No gráfico da Figura 4, é apresentado o comportamento da curva de capital da carteira hipotética gerada pelo sistema de negociação proposto pelo presente estudo, resultante da aplicação do capital inicial de R\$ 100 000,00 (cem mil reais) de acordo com o método de dimensionamento de posição adotado nas operações no mercado de futuros.

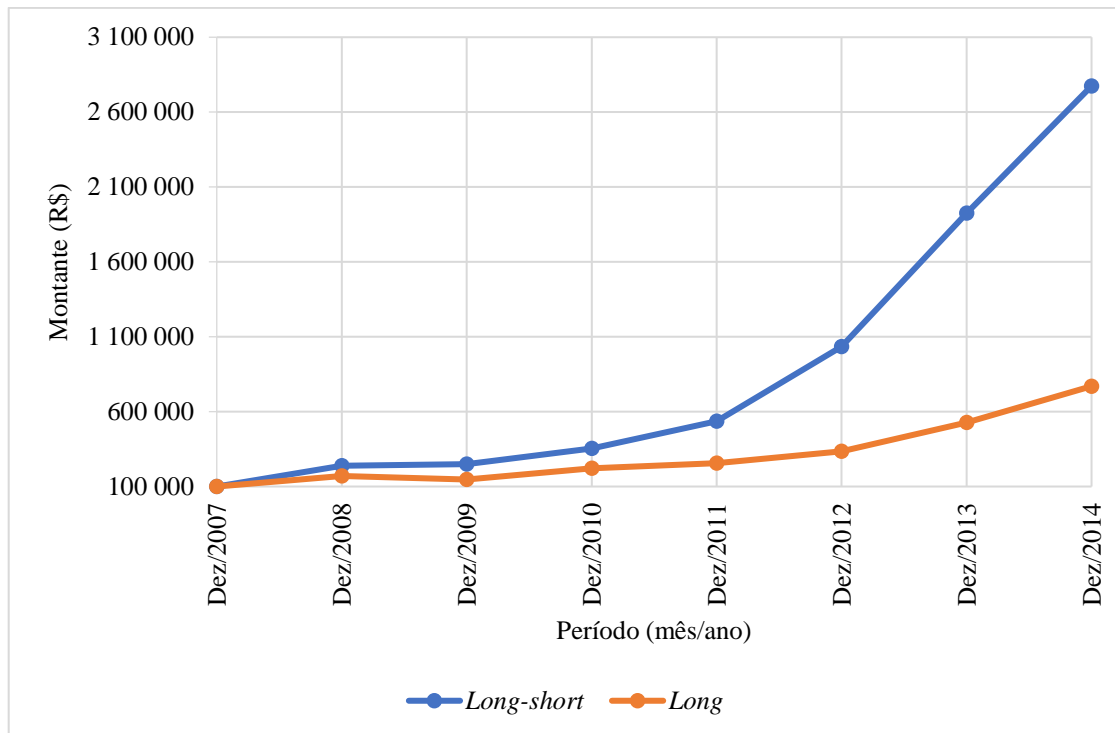


Figura 4: Variação do capital proporcionado de acordo com a manutenção da carteira hipotética, através do sistema de negociação seguidor de tendências no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA, em operações *long* e *long-short*.<sup>5</sup>

Através da manutenção da carteira hipotética, o sistema avaliado, alcançaria relevante montante ao final do ano de 2014, frente ao capital hipotético aplicado no início de 2008 nas operações simultâneas de compra e venda a descoberto, além de superar a estratégia em operar apenas na compra, caso fosse utilizado como estratégia de investimento no mercado de futuros da BM&FBOVESPA, entre janeiro de 2008 e dezembro de 2014.

A performance do sistema mostrou-se superior quando comparado a estratégia de comprar e manter no índice Ibovespa. No período entre janeiro de 2008 e dezembro de 2014 caso um investidor optasse pela a estratégia de comprar e manter no índice, obteria retorno médio anual acumulado negativo no valor de 3,21% com máximo *drawdown* de 59,96% e relação CAR/MDD negativa de 0,29, de modo que ao final do ano de 2014 alcançaria perda de 20,39% em relação ao capital aplicado no início do ano de 2008.

## 7. CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a desenvolver um sistema de negociação baseado em indicadores técnicos e estratégias fundamentadas na filosofia de investimento do *trend following*, com o objetivo de avaliar a eficácia deste sistema em negociações no mercado de contratos futuros de da BM&FBOVESPA.

Verificou-se que o sistema de negociação seguidor de tendências, 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. Em todos os anos considerados pela amostra foi gerado lucro (no caso das operações simultâneas de compra e venda a descoberto), além de ter demonstrado um máximo *drawdown* tolerável para um

<sup>5</sup> No gráfico, o eixo Período (mês/ano), o nome do mês foi abreviado, sendo assim “(Dez/ano)” significa dizer (Dezembro/ano).

investidor que use das técnicas do *trend following*. O sistema superaria, inclusive, a estratégia de comprar e manter no índice Ibovespa.

Foi possível minimizar o risco nas operações através do sistema proposto, pois a diversificação na composição da carteira hipotética de ativos negociados no mercado de contratos futuros da BM&FBOVESPA não tem correlação entre si. Caso tivesse considerado um maior número de contratos de diferentes mercados, o sistema poderia obter melhor performance.

Foi observado que a estratégia de apenas comprar não superaria a estratégia de operar de forma simultânea na compra e na venda a descoberto, porém os resultados obtidos através da estratégia de apenas comprar foram animadores, a qual demonstrou que caso fosse operado através do sistema proposto pelo presente estudo alcançaria rentabilidade média anual de 33,88% no período em que realizou-se a simulação.

Deste modo, o presente estudo apresentou um sistema de negociação seguidor de tendências, o qual foi simulado para operações no mercado brasileiro. Ficou evidente a eficácia do sistema para a geração de sinais de compra ou venda a descoberto em operações em contratos de ativos do mercado futuro, negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo.

## REFERÊNCIAS

Abraham, A (2013). *The Trend Following Bible: How Professional Traders Compound Wealth and Manage Risk*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Antunes, M. T. P.; Leite, R. S.; Guerra, L. F. (2007). *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*, pp.1-16.

Appel, G. (2005). *Technical Analysis Power Tools for Active Investors*. Peanon Education - Financial Times Prentice Hall.

Blume, L.; Easley, D.; O'Hara, M. (1994). *Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume*. The Journal of Finance, v. XLIX, n.1.

Brock, W.; Lakonishock, J.; Le Baron, B. (1992). *Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns*. The Journal of Finance, v. XLVII, n. 5, pp.1731-1764.

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

Clare, A.; Seaton, J.; Smith P.N.; Thomas, S. (2014). *Trend Following, Risk Parity and Momentum in Commodity Futures*. International Review of Financial Analysis. v. 31, pp. 1-12.

Clenow, Andreas F. (2013) *Following the Trend: Diversified Managed Futures Trading*. 1ª edição. West Sussex – Reino Unido: John Wiley & Sons Ltda.

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

Dai, M.; Zhang, Q.; Zhu, Q. J. (2010). *Trend Following Trading under a Regime Switching Model*. Siam Journal on Financial Mathematics, v. 1, pp. 780–810.

Elder, Alexander. (2002). *Study Guide for Come Into my Trading Room: A Complete Guide to Trading*. New York: John Wiley & Sons.

- El-khodary, Ihab. (2009). *A Decision Support System for Technical Analysis of Financial Markets Based on the Moving Average Crossover*. World Applied Sciences Journal, Giza – Egito, v. 6, pp. 1457-1472.
- Eric, D.; Andjelic, G.; Redzepagic, S. (2009). *Application of MACD and RVI indicators as Functions of Investment Strategy Optimization on the Financial Market*. Ekon Fak, v. 27, pp. 171–196.
- Faith, Curtis M. (2007). *Way of the Turtle: The Secret Methods that Turned Ordinary People into Legendary Traders*. Nova York-US. Editora: McGraw-Hill.
- Gagnon, Louis; Karoly, Andrew. (2009). *Information, Trading Volume and International Stock Return Comovements: Evidence from Cross-Listed Stocks*. The Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 44, n. 4, pp. 953-986.
- Hurst, B.; Ooi, Y. H.; Pedersen, L. H. (2013). *Understanding managed futures*. Journal of Investment Management, V. 11, n.3, pp. 42–58.
- Krausz, R. (1998). *The New Gann Swing Chartist*. Stocks & Commodities Magazines, v. 16:2, pp.57-66. Califórnia, Estados Unidos.
- Lempérière, Y.; Deremble, C.; Seager, P.; Potters, M.; Bouchaud, J. P. (2014). *Two centuries of trend following*. Journal of Investment Strategies, v.3, pp.41-61.
- Magee, J; Edwards, R. D. (2003). *Thechnical analysis of stock markets*. 9 ed. Chicago: CBC Press.
- Tharp, V. K. (2008). *Van Tharp's Definitive Guide to Position Size: How to Evaluate Your System and Use Position Sizing to Meet Your Objectives*. United States of America: International Institute of Trading Mastery.
- Toms, M. C. (2011). *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.
- Tsang, E. P. K; Jaramillo, S.M. (2004). *Computational Finance*. IEEE Computational Intelligence Society, Newsletter, pp. 3-8.
- Tung, W.L; Queck, C. (2011). *Financial volatility trading using a self-organising neural-fuzzy semantic network and option straddle-based approach*. Expert Systems with Applications, 38, n.5, pp. 4668-4688.
- Wilder, J. W. (1978). *New Concepts in Technical Trading Systems*. North Carolina: Winston-Salem.