

TRADING SYSTEM BASEADO NO MOVING AVERAGE CONVERGENCE - DIVERGENCE: UMA EXPERIMENTAÇÃO COMPUTACIONAL

Thiago Raymon Cruz Cacique da Costa^a e Vinicius Amorim Sobreiro^b

^a Departamento de Administração Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - FACE Universidade de Brasília - UnB

thiagorccc@hotmail.com

^b Autor correspondente

sobreiro@unb.br

Palavras-chave:

Trading System; Moving Average Convergence - Divergence; Ações; IBOVESPA.

Resumo Indicadores de Análise Técnica - AT têm sido utilizados para recomendar oportunidades de compra e venda no mercado de ação. Recentemente, esses indicadores têm servido como diretrizes nos algoritmos de programas que operam de maneira autônoma no mercado acionário. Com base nesse contexto, alguns estudos como, por exemplo, o de Vidotto, Migliato, e Zambom (2009), apresentam os desempenhos de tais sistemas ou indicadores ao longo do tempo. Nesse sentido, complementando tais estudos, o objetivo nesse trabalho é apresentar o desempenho do *Moving Average Convergence - Divergence - MACD*, como principal norma em um *Trading System*, nas ações que compõem a carteira do IBOVESPA, entre 2000 e 2012. Como resultado, observou-se que devido às taxas de corretagem o sistema não foi capaz de superar a estratégia de compra e venda em longo prazo.

Key words:

Moving Average Convergence - Divergence; Stocks; IBOVESPA index.

Abstract *Technical Analysis - TA indicators have been used to recommend opportunities of buying and selling in the stock market. Recently, these indicators have served as guidelines in the algorithms of the software that operate autonomously in the equity Market. Based on this context, some studies as, for example, the one from Vidotto, Migliato & Zambom (2009), present the performance of this systems or indicators over a long period of time. In this sense, complementing these studies, the objective of this paper is to show the performance of the Moving Average Convergence - Divergence, as the main rule in Trading Systems, in the stocks that compose the IBOVESPA index, from 2000 through 2012. As a result, it was observed that, due to the brokerage fees, the system was not capable of overcoming the buying and selling strategy in long term.*

1 INTRODUÇÃO

Indicadores para compra e venda de ações, assim como o Moving Average Convergence-Divergence ou - MACD, são comumente utilizados por investidores na prática; todavia, na área acadêmica, não são tão explorados (TEIXEIRA e OLIVEIRA, 2010). No contexto prático, programas autônomos de negociação de ativos estão transformando os principais mercados acionários em mercados financeiros eletrônicos (CREAMER e FREUND, 2010). Com base nessa situação, surge a necessidade de um estudo do comportamento do mercado e um teste da validade dos principais indicadores de Análise Técnica - AT, muito utilizados na realidade dos acionistas.

Observando essa discussão em uma perspectiva histórica, o comportamento do preço das ações ou do mercado e sua previsibilidade estão inseridos em um debate com vertentes variáveis. Em suma, a Hipótese de Mercados Eficientes - HME afirma que os preços dos ativos refletem todas as informações disponíveis no mercado (FAMA, 1991). Assim como muito bem destacam Teixeira e Oliveira (2010), o surgimento de uma nova informação é de impossível previsão e, conseqüentemente, os preços dos ativos seguem um caminho aleatório, o que, por sua vez, não possibilitariam lucros excessivos. Acrescentando a esse debate, Vastone e Finnie (2009) afirmam que uma série de mudança de preços dos ativos não possui nenhuma memória das séries passadas, o que implica que o estudo do histórico dos preços não gerará uma contribuição útil para o estudo da previsibilidade dos preços.

A veracidade da HME é bastante discutida na área acadêmica. Com esse objetivo, podem ser citados, por exemplo, os estudos de Minardi (2004), Lo e MacKinlay (1988), e Lo, Mamaysky, e Wang (2000). Em seu trabalho, Minardi (2004) indica como classificar o grau ou nível de eficiência que o

mercado pode possuir. Em um mercado com baixo grau de eficiência, o preço de mercado da ação pode estar distante do seu valor intrínseco, e um processo de avaliação financeira servirá para encontrar ativos mal precificados. Investidores que avaliam bem o mercado têm a possibilidade de obter retornos excessivos, pois assim tornam-se capazes de encontrar ativos mal precificados.

Ainda nesse contexto, no estudo de Lo & MacKinlay (1988), utilizando estimadores de variância, foi evidenciado a inexistência de um passeio aleatório em retornos semanais do mercado acionário e, com conclusão semelhante, Lo, Mamaysky e Wang, (2000), baseados em técnicas de suavização como a regressão Kernel, que serviu como algoritmo de reconhecimento de padrões, encontraram regularidades em séries de preços.

A AT é uma abordagem comumente usada para a análise do comportamento do mercado e sua conseqüente mudança nos preços dos ativos. Segundo Vidotto, Migliato, e Zambom (2009), a AT baseia-se no princípio de que os preços das ações, em uma data futura, são influenciados pelos preços passados. Assim, é possível prever a tendência de movimentação dos preços em um período determinado de tempo.

Com base nessa divergência de consenso, os estudos que procuram testar o desempenho de Trading System baseados em indicadores de AT tornam-se de suma importância, pois ajudam na compreensão ou convergência de um único entendimento a respeito do mercado de ação, por parte dos práticos e acadêmicos. A questão que motiva este presente estudo é se uma estratégia de negociação, utilizando como indicador de compra e venda o MACD e considerando variáveis mais realistas, como taxa de corretagem e Stop, pode ser eficiente perante o mercado brasileiro de ações.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a segunda seção descreve os principais conceitos utilizados para a construção do estudo, assim como relata alguns estudos já realizados na área da AT que motivaram este trabalho; a terceira seção dedica-se à exposição dos métodos e à apresentação do principal modelo utilizado na experimentação computacional; a quarta seção apresenta os resultados e a quinta seção confere as principais conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De maneira resumida, a AT de investimentos tem como base a utilização de informações passadas dos preços para criar ordens de compra ou venda (SAFFI, 2003). Para Kuo (2002), a suposição que está por trás da AT é a de que os investidores respondem a eventos similares que ocorrem no mercado em caminhos bem consistentes. Esta consistência implica em uma sucessão de fatos recorrentes no histórico dos preços e, em consequência disso, é possível desenvolver regras de compra e venda para identificar padrões de preço.

Entre os diversos indicadores que compõem a AT, as médias móveis se destacam como as mais difundidas. Para Vidotto, Migliato e Zambom (2009), a Média Móvel identifica a direção do movimento das massas que constituem o mercado. A vantagem do uso dessa ferramenta, segundo Appel (2005) e Kuo (2002), é a consequente suavização dos “ruídos” das flutuações dos preços, fazendo com que distorções nos preços dos ativos sejam reduzidas ao máximo. A Média Móvel leva em conta os preços de fechamentos dos ativos e é calculada usando as n cotações anteriores como base. As cotações são consideradas como o período para o cálculo da média. De maneira mais precisa, as médias móveis podem ser subdivididas em vários tipos. Entre os quais se destacam a simples e a exponencial apresentadas a seguir.

A Média Móvel Simples - MMS é a média mais difundida entre os operadores (KUO, 2002). O seu valor pode ser obtido com base na Equação 1:

$$MMS = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}{n} \quad (1)$$

No qual:

P Representa o preço de fechamento;

n Representa a quantidade de dias da média móvel, ou seja, o período.

A Média Móvel Exponencial - MME é uma ferramenta de acompanhamento de tendência melhor em comparação à MMS. A primeira atribui maior peso aos dados mais recentes e reage com mais rapidez às mudanças dos preços do que a segunda (VIDOTTO, MIGLIATO e ZAMBOM, 2009). Conseqüentemente, o valor da MME pode ser obtido com base na Equação 2, a saber:

$$MME = P_n * \frac{2}{(n+1)} + MME_{n-1} * \left(1 - \frac{2}{(n+1)}\right) \quad (2)$$

No qual:

P Representa o preço de fechamento do dia n

n Representa a quantidade de dias da média móvel, ou seja, o período.

A MME acompanha mais de perto a trajetória dos preços em comparação a MMS. Quanto mais curto o período escolhido para o cálculo, maior é a sensibilidade da média em relação às alterações no preço. Dessa forma, Appel (2005) afirma que médias exponenciais são mais aptas a encontrar tendências de comportamento no mercado.

Com base nessas duas médias, o *Moving Average Convergence - Divergence* ou *MACD* foi criado por Gerald Appel, na década de 1970. Em suma, consiste no cruzamento de duas MME com períodos diferentes. De maneira mais precisa, ainda de acordo com Appel (2005), o *MACD* representa a diferença entre os resultados do cálculo de uma MME de curto termo ou *short - term* e uma de longo termo, isto é, *long - term*. Quando a diferença da subtração da MME de curto termo com a MME de longo termo for positiva, é recomendada uma ordem de compra. Por outro lado, quando a diferença da subtração da MME de curto termo com a MME de longo termo é negativa, é recomendado uma ordem de venda.

Appel (2005) informa que esperar os sinais que o *MACD* fornece para compra e venda dos ativos seria vender quando estiver “forte” e comprar quando estiver “fraco”. Todavia, assim como afirma Tung e Quek (2011), existe um atraso natural no sinal gerado pelo cruzamento de duas MME, ou seja, os pontos de cruzamentos são detectados, em grande parte das vezes, depois de já ter ocorrido à inversão da tendência.

Alguns estudos entraram no mérito da previsão do mercado acionário e neles foram construídos sistemas computacionais para tal tarefa. Muitas dessas pesquisas testam tipos de Médias Móveis

como principal ferramenta para se obter sinais de compra e venda. Por exemplo, o estudo de Ellis e Parbery (2005) aplica a Média Móvel Adaptativa, média que leva em conta a tendência altista ou baixista do mercado, nos índices *Australian All Ordinaries*, *Dow Jones Industrial Average*, e *Standard and Poor's*. Em comparação com uma estratégia *Buy-and-Hold*, a ferramenta usada obteve retorno maior somente quando não foram considerados os custos de corretagem. Em contrapartida, Teixeira e Oliveira (2010), utilizando-se da MMS e um algoritmo de *Nearest Neighbor (k-NN algorithm)* e do mesmo método de comparação, encontraram um retorno positivo ao uso da AT em ações da Bolsa de Valores de São Paulo, considerando um valor fixo de corretagem para cada operação.

Determinado método pode trazer resultados diferentes, dependendo da amostra estudada. Brock, Lakonishok, e LeBaron (1992) utilizaram Médias Móveis e a técnica *Trading-Range Breaks* no índice *Dow Jones Industrial Average*, no período de 1897 a 1986, para estudar a capacidade de previsibilidade do mercado. Os retornos mostraram-se excessivos. Contudo Kwon e Kish (2002) aplicaram o mesmo método de Brock et al. (1992) nos índices NYSE e NASDAQ e não encontraram o potencial de previsibilidade concluído pelos autores pioneiros. Os resultados de Kwon e Kish (2002) afirmam uma fraqueza na capacidade de previsibilidade do mercado.

O estudo da eficácia das ferramentas da AT em mercados emergentes foi explorado por Ratner e Leal (1999) e Parisi e Vasques (2000). Os primeiros autores testaram dez tipos diferentes de médias móveis em mercados emergentes da Ásia e América Latina, incluindo a BOVESPA, considerando uma taxa de corretagem. Os resultados evidenciaram uma baixa eficácia das Médias Móveis nesses mercados quando considerada a corretagem. No caso do mercado brasileiro, os retornos dos indicadores de AT não conseguiram superar os resultados de uma estratégia *Buy-and-Hold*, mesmo sem considerar os custos das operações. Ratner e Leal (1999) afirmam que baixos custos em corretagem podem explicar retornos significativamente maiores das estratégias de AT em comparação a uma estratégia *Buy-and-Hold*.

O estudo de Parisi e Vasques (2000) usufruiu da mesma estratégia usada por Brock et al (1992) e Kwon e Kish (2002), porém, como amostra, aplicada no mercado chileno. Os resultados evidenciaram a

possibilidade do uso da AT no mercado estudado, contudo os resultados foram relativamente limitados pelos altos custos das operações.

Com base nesse contexto, o presente trabalho se propõe a investigar a eficiência da ferramenta de Análise Técnica *MACD*, assim como utilizá-la em uma estratégia de compra e venda mais realista, considerando *Stop*, ferramenta utilizada para preservar ganhos e se livrar de altas perdas, e taxa de corretagem. A base teórica que fundamenta este artigo é encontrada em Tung e Quek (2011), Vidotto, Migliato, e Zambom (2009), Marques e Gomes (2009) e Saffi (2003).

Dentro desse escopo e observando os estudos da utilização do *MACD*, Tung e Quek (2011) exploraram o mesmo para construir um sistema de decisão de compra e venda de opções no mercado financeiro de Hong Kong - HKSE, utilizando também a análise da volatilidade do mercado. O estudo evidenciou que a análise dessas duas variáveis, sendo elas *MACD* e volatilidade, conduz a uma previsibilidade do mercado, pressuposto da AT.

Em uma perspectiva brasileira, Vidotto, Migliato, e Zambom (2009) testaram a ferramenta *MACD* em cinco papéis pertencentes à carteira fictícia do IBOVESPA no ano de 2006. As compras e as vendas dos ativos foram feitas com base nos sinais indicados pelos cruzamentos das MME, sendo que a de curto prazo foi calculada por uma diferença de MME de 26 períodos subtraídas por outra de 12 períodos, e a de longo prazo foi calculada como uma MME de nove períodos da média de curto prazo.

Os resultados apresentados por Vidotto, Migliato, e Zambom (2009) foram positivos, chegando a 44,11% no caso de maior rendimento. Todavia, o estudo não levou em conta os valores gastos com a corretagem nas ordens criadas. Além disso, a comparação feita pelos autores para se averiguar a validade do método foi: quando uma ordem fosse criada por meio do *MACD*, analisando os preços das ações, outra deveria ser criada imediatamente pelo IBOVESPA. Em relação ao IBOVESPA, esse fato permite um entendimento de que essas ordens criadas são aleatórias, por não seguirem nenhuma ferramenta de AT ou qualquer outra orientação.

Marques e Gomes (2009) manipularam os períodos utilizados para o cálculo do *MACD*. A técnica de algoritmos genéticos foi utilizada para encontrar uma combinação de períodos mais rentáveis. Além disso, os autores adotaram a técnica da lógica nebulosa para considerar um nível de

segurança nas possíveis operações realizadas, logo as compras consideradas inseguras foram descartadas (MARQUES e GOMES, 2009). Embora o resultado da pesquisa seja positivo, somente um ativo foi considerado como amostra e as taxas de corretagem tampouco foram consideradas.

Com o objetivo de testar a validade da HME no IBOVSPA Futuro, Saffi (2003) utilizou cinco ferramentas da AT, entre elas o MACD. Mesmo que os

resultados estejam a favor da HME, o MACD obteve retornos positivos na pesquisa, porém, segundo Saffi (2003) esse resultado superior do MACD pode ter ocorrido por acaso e não por uma possível superioridade da ferramenta. De maneira resumida, o objetivo, o método e a conclusão de trabalhos previamente comentados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Síntese de alguns dos principais estudos sobre AT.

| TRABALHOS | OBJETIVO | MÉTODO | CONCLUSÃO |
|---|---|--|--|
| Brock, Lakonishok, e LeBaron (1992). | Testar validade de modelos: passeio aleatório, AR(1), GARCH-M, EGARCH. | Médias Móveis e a técnica <i>Trading-Range Breaks</i> . | Resultados não apoiam os modelos estudados. |
| Ellis e Parbery (2005). | Examinar a Média Móvel Adaptativa em diferentes mercados. | Média Móvel Adaptativa. | Resultados não compensam taxa de corretagem. |
| Kwon e Kish (2002). | Examinar o método de Brock et al. (1992) nos índices NYSE e NASDAQ. | Médias Móveis e a técnica <i>Trading-Range Breaks</i> . | Resultados não têm mesma eficácia dos encontrados por Brock et al. (1992). |
| Marques e Gomes (2009). | Parametrizar o MACD por meio de Algoritmos Genéticos e Lógica Nebulosa. | MACD, Algoritmos Genéticos e Lógica Nebulosa. | Resultados concluem sucesso as métodos apresentados. |
| Parisi e Vasques (2000). | Testar Médias móveis e a técnica <i>trading-range breaks</i> no mercado do Chile. | Médias Móveis e a técnica <i>Trading-Range Breaks</i> . | Corroborar com Brock et al. (1992) e a alta corretagem interfere no retorno. |
| Ratner e Leal (1999). | Examinar médias móveis em mercados emergentes. | Médias Móveis. | Resultados significativamente prejudicados pela corretagem. |
| Saffi (2003). | Testar a validade da HME no IBOVSPA Futuro. | Médias Móveis, Índice de Força Relativa, indicador William's %R, Estocástico e o MACD. | Resultados validam a HME. |
| Teixeira e Oliveira (2010). | Analisar método automático de <i>trading</i> . | MMS e algoritmo <i>Nearest Neighbor (k-NN algorithm)</i> . | Resultados positivos em comparação a uma estratégia <i>Buy-and-Hold</i> . |
| Tung e Quek (2011) | Analisar método automático de <i>trading</i> . | <i>Volatility Projection Module</i> e MACD. | Resultados mostram eficiência dos métodos. |
| Vidotto, Migliato, e Zambom (2009) | Analisar o MACD. | MACD. | Resultados mostram eficiência do método. |

3 MÉTODOS DE PESQUISA E DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Esta seção será dedicada à descrição do processo que compreende o *Trading System*. De maneira simplificada, o mesmo foi implementado em *Visual Basic for Application*® e todas as simulações foram feitas com o auxílio do *Microsoft Office Excel*®.

3.1 Amostra

A amostra utilizada nessa pesquisa, escolhida de forma aleatória compreende todas as ações que compunham a carteira do IBOVESPA, do segundo semestre de 2012. De maneira mais específica, os dados considerados foram os preços de fechamento, ajustados pelo índice IPC de inflação e foram obtidos da base do *Econômica*®, para o período de 2000 até 2012.

3.2 Modelo de Trading

É válido destacar que não foi considerada nesse trabalho a possibilidade de operações intradiárias, ou seja, as operações estão baseadas nos dados dos preços de fechamento diário dos ativos, assim como o trabalho de Vidotto, Migliato, e Zambom (2009), Saffi (2003), Tung e Quek (2011). Consequentemente, a ideia principal, utilizada no Sistema de Negociação foi realizar as operações com base nos sinais do *MACD* a partir de uma importância financeira hipotética de R\$ 10.000,00.

Além disso, vale mencionar que nesse sistema todo capital disponível sempre foi investido em uma operação, isto é, será comprado o máximo de ações possíveis com o capital disponível, assim como só haverá venda de todas as ações presentes na carteira. Nenhuma venda a descoberto será realizada.

A taxa de corretagem considerada pelo sistema depende do valor da operação. De maneira simplificada, a corretagem é composta por uma parte fixa e uma parte referente a um percentual que dependerá do valor total da operação. Os valores utilizados como corretagem nesse estudo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores referentes à corretagem.

| PREÇO DA TRANSAÇÃO (R\$) | FIXO | PORCENTAGEM |
|--------------------------|-----------|-------------|
| 0,1 - 135,07 | R\$ 2,70 | 0,00% |
| 135,08 - 498,62 | R\$ 0,00 | 2,00% |
| 498,63 - 1514,69 | R\$ 2,49 | 1,50% |
| 1514,70 - 3029,38 | R\$ 10,06 | 1,00% |
| > 3029,38 | R\$ 25,21 | 0,50% |

3.3 Método de Cálculo das Ordens de Compra e Venda

Dando sequência ao trabalho de Vidotto, Migliato, e Zambom (2009), além de serem utilizados os mesmos padrões de cálculo do *MACD* em ambos os estudos, ou seja, aqueles apresentados por Elder (2004) apud Vidotto, Migliato, e Zambom (2009), são eles 12, 26 e 9 períodos para a MME de curto termo, longo termo e linha rápida, respectivamente, também serão realizadas combinações diferentes daquelas apresentadas pelos autores. O *MACD* será calculado de acordo com as seguintes etapas:

- Calcular as MME de 5 a 22 dias dos preços de fechamento, que serão as MME de curto termo;
- Calcular as MME de 23 a 100 dias dos preços de fechamento, que serão as MME de longo termo;
- Subtrair a MME de longo termo da MME de curto termo. Essa será a linha *MACD* e também a linha de sinal rápida; e
- Calcular a MME de 9 dias da linha rápida. Essa será a linha de sinal lenta.

As ordens de venda serão realizadas quando o resultado da subtração da MME que forma a linha de sinal rápida com a MME que forma a linha de sinal lenta passar de positivo para negativo. No caso oposto, serão realizadas ordens de compra. Todas as combinações entre as MME de curto termo e as MME de longo termo serão realizadas.

3.4 Stop-Gain e Stop-Loss

No *Trading System* proposto, tanto o *Stop-Gain* quanto o *Stop-Loss* são baseados na mesma maneira de cálculo, ou seja, o *Stop* é calculado considerando 80% dos últimos valores de preço de fechamento em relação ao período da MME de curto termo. Por exemplo, caso a combinação analisada for 25,50,9 para os períodos das MME de curto termo, longo termo e linha de sinal lenta, nessa ordem, serão tomados para cálculo 80% dos períodos de 25, ou seja, serão analisados os últimos 20 períodos.

Serão coletados os preços de fechamento desses períodos e calculado o desvio padrão e média dos mesmos. Considerar-se-ão dois desvios padrões para calcular os valores máximo e mínimo aceitáveis, em comparação com a média, para permanecer na posição. Se o preço de fechamento analisado estiver acima do valor máximo, realizar-se-á uma venda. Caso o preço de fechamento estiver abaixo do valor

mínimo, também se realizará uma venda. Estes serão o *Stop-Gain* e o *Stop-Loss*, respectivamente.

3.5 Buy-and-Hold

A estratégia *Buy-and-Hold* será adotada com o objetivo de se comparar os retornos do *MACD* com uma estratégia de compra passiva. O *Buy-and-Hold* será o retorno da compra das ações no primeiro dado de fechamento disponível e sua posterior venda no último dado de fechamento disponível.

4 RESULTADOS

Foram encontrados pelo *Sistema de Negociação* 95.472 resultados para 68 ativos diferentes e 1.404 combinações diferentes dos termos do *MACD*, sabendo que o termo para cálculo da linha de sinal lenta permaneceu constante como valor 9. Com base nesses valores, na Tabela 3 e Tabela 4 se encontram os principais resultados para cada ação que compõe o Índice IBOVESPA e, conseqüentemente, que servirão para fomentar as principais conclusões.

Tabela 3 – Principais resultados obtidos para os 34 primeiros ativos do índice IBOVESPA.

| ATIVO | MELHOR COMBINAÇÃO MACD | MELHOR RESULTADO COM CORRETAGEM | PIOR RESULTADO COM CORRETAGEM | MELHOR RESULTADO SEM CORRETAGEM | PIOR SEM CORRETAGEM | BUY-and-HOLD |
|-------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------|
| ALLL3 | 12;96;9 | R\$ 7.305,59 | R\$ 346,95 | R\$11.938,04 | R\$1.188,08 | R\$ 97.583,83 |
| AMBV4 | 18;39;9 | R\$ 7.278,61 | R\$ 418,87 | R\$20.170,77 | R\$7.378,70 | R\$ 280.107,50 |
| BBAS3 | 22;63;9 | R\$ 6.386,53 | R\$ 163,18 | R\$19.754,95 | R\$3.960,80 | R\$ 171.617,29 |
| BBDC4 | 22;63;9 | R\$ 2.623,64 | R\$ 383,94 | R\$13.062,48 | R\$3.827,23 | R\$ 115.921,23 |
| BISA3 | 6;93;9 | R\$ 9.852,33 | R\$ 722,22 | R\$15.080,33 | R\$2.097,12 | R\$ 42.248,61 |
| BRAP4 | 16;62;9 | R\$ 7.039,34 | R\$ 266,77 | R\$19.971,27 | R\$3.760,56 | R\$ 195.789,77 |
| BRFS3 | 12;26;9 | R\$ 18.691,48 | R\$ 3.782,44 | R\$29.709,41 | R\$8.118,91 | R\$ 30.128,31 |
| BRKM5 | 20;95;9 | R\$ 6.340,87 | R\$ 205,60 | R\$13.359,59 | R\$2.481,67 | R\$ 39.391,09 |
| BRML3 | 19;35;9 | R\$ 10.682,77 | R\$ 2.140,82 | R\$16.812,75 | R\$5.126,18 | R\$ 1.307,97 |
| BTOW3 | 9;50;9 | R\$ 14.335,74 | R\$ 2.649,11 | R\$20.744,09 | R\$5.125,43 | R\$ 12.538,63 |
| BVMF3 | 22;52;9 | R\$ 13.808,61 | R\$ 2.343,62 | R\$17.970,90 | R\$4.849,53 | R\$ 251.883,30 |
| CCRO3 | 16;91;9 | R\$ 14.329,28 | R\$ 419,17 | R\$23.353,36 | R\$3.576,72 | R\$ 12.419,34 |
| CESP6 | 21;62;9 | R\$ 13.753,24 | R\$ 2.467,81 | R\$19.174,15 | R\$4.902,98 | R\$ 20.292,56 |
| CIEL3 | 22;67;9 | R\$ 9.470,20 | R\$ 4.549,64 | R\$11.732,36 | R\$7.577,31 | R\$ 72.138,88 |
| CMIG4 | 22;98;9 | R\$ 8.393,85 | R\$ 780,41 | R\$23.284,37 | R\$5.820,59 | R\$ 46.021,81 |
| CPFE3 | 13;92;9 | R\$ 10.152,13 | R\$ 2.884,85 | R\$17.156,41 | R\$7.644,45 | R\$ 28.165,21 |
| CPLE6 | 15;40;9 | R\$ 5.816,16 | R\$ 337,58 | R\$21.182,44 | R\$3.679,60 | R\$ 400.568,39 |
| CRUZ3 | 12;98;9 | R\$ 9.847,83 | R\$ 335,69 | R\$23.865,78 | R\$6.701,75 | R\$ 25.577,48 |
| CSAN3 | 21;53;9 | R\$ 14.966,48 | R\$ 1.979,03 | R\$26.045,65 | R\$5.055,85 | R\$ 179.094,26 |
| CSNA3 | 22;85;9 | R\$ 11.051,45 | R\$ 426,16 | R\$25.816,05 | R\$3.222,23 | R\$ 20.935,24 |
| CTIP3 | 16;61;9 | R\$ 12.241,74 | R\$ 6.661,98 | R\$15.030,45 | R\$8.674,76 | R\$ 53.129,44 |
| CYRE3 | 15;77;9 | R\$ 5.794,94 | R\$ 678,89 | R\$11.345,39 | R\$3.122,58 | R\$ 28.497,31 |
| DASA3 | 18;57;9 | R\$ 7.998,90 | R\$ 1.234,91 | R\$14.697,53 | R\$4.627,58 | R\$ 14.382,65 |
| DTEX3 | 18;64;9 | R\$ 10.684,48 | R\$ 2.572,19 | R\$14.375,73 | R\$5.419,02 | R\$ 12.244,87 |
| ELET3 | 6;51;9 | R\$ 7.595,72 | R\$ 429,74 | R\$22.973,87 | R\$4.909,45 | R\$ 19.951,13 |
| ELET6 | 5;48;9 | R\$ 5.994,62 | R\$ 208,93 | R\$21.629,41 | R\$3.053,13 | R\$ 21.652,22 |
| ELPL4 | 6;82;9 | R\$ 7.899,38 | R\$ 2.476,53 | R\$14.006,65 | R\$5.738,02 | R\$ 28.931,81 |
| EMBR3 | 19;28;9 | R\$ 9.352,48 | R\$ 210,59 | R\$32.106,06 | R\$3.223,13 | R\$ 6.397,48 |
| FIBR3 | 20;67;9 | R\$ 10.629,10 | R\$ 4.534,01 | R\$14.785,06 | R\$7.176,55 | R\$ 4.356,98 |
| GFS3 | 5;42;9 | R\$ 12.267,33 | R\$ 923,31 | R\$22.400,16 | R\$3.058,12 | R\$ 159.086,44 |
| GGBR4 | 17;42;9 | R\$ 7.998,47 | R\$ 545,43 | R\$24.143,12 | R\$4.946,33 | R\$ 228.069,74 |
| GOAU4 | 16;88;9 | R\$ 7.915,96 | R\$ 718,15 | R\$20.741,96 | R\$5.364,70 | R\$ 228.069,74 |
| GOLL4 | 21;45;9 | R\$ 17.942,98 | R\$ 1.120,07 | R\$32.329,43 | R\$5.715,45 | R\$ 4.717,81 |
| HGTX3 | 18;62;9 | R\$ 7.538,96 | R\$ 74,13 | R\$11.413,39 | R\$ 452,42 | R\$ 238.425,53 |

**Tabela 4 – Principais resultados obtidos para os
 34 primeiros ativos do índice IBOVESPA.**

| ATIVO | MELHOR COMBINAÇÃO MACD | MELHOR RESULTADO COM CORRETAGEM | PIOR RESULTADO COM CORRETAGEM | MELHOR RESULTADO SEM CORRETAGEM | PIOR SEM CORRETAGEM | BUY-and-HOLD |
|--------|------------------------------|--|--|--|------------------------|------------------|
| HYPE3 | 8;60;9 | R\$ 9.321,05 | R\$ 3.340,10 | R\$13.568,12 | R\$6.204,70 | R\$ 18.634,00 |
| ITSA4 | 15;35;9 | R\$ 9.415,09 | R\$ 320,42 | R\$31.870,83 | R\$4.230,44 | R\$ 129.156,48 |
| ITUB4 | 9;80;9 | R\$ 8.868,33 | R\$ 454,48 | R\$27.180,35 | R\$3.354,51 | R\$ 81.808,93 |
| JBSS3 | 19;34;9 | R\$ 17.035,67 | R\$ 903,86 | R\$25.125,24 | R\$2.965,99 | R\$ 8.466,53 |
| KLBN4 | 18;62;9 | R\$ 5.919,99 | R\$ 273,68 | R\$17.176,92 | R\$4.837,79 | R\$ 120.889,26 |
| LAME4 | 20;95;9 | R\$ 9.683,24 | R\$ 869,77 | R\$19.695,17 | R\$5.251,72 | R\$ 530.811,43 |
| LIGT3 | 16;69;9 | R\$ 6.006,26 | R\$ 78,14 | R\$17.662,56 | R\$3.073,20 | R\$ 5.303,24 |
| LLXL3 | 20;52;9 | R\$ 24.066,56 | R\$ 1.954,97 | R\$30.386,71 | R\$3.915,55 | R\$ 5.987,61 |
| LREN3 | 11;48;9 | R\$ 7.869,18 | R\$ 707,40 | R\$14.327,17 | R\$3.243,01 | R\$ 1.039.248,26 |
| MMXM3 | 18;28;9 | R\$ 28.684,97 | R\$ 3.102,53 | R\$40.761,35 | R\$5.944,08 | R\$ 12.858,53 |
| MRFG3 | 22;87;9 | R\$ 8.564,27 | R\$ 1.984,11 | R\$12.239,99 | R\$4.235,18 | R\$ 7.353,01 |
| MRVE3 | 18;95;9 | R\$ 15.390,96 | R\$ 827,48 | R\$21.903,25 | R\$3.046,65 | R\$ 15.451,01 |
| NATU3 | 8;35;9 | R\$ 13.569,09 | R\$ 3.440,61 | R\$29.342,83 | R\$9.056,76 | R\$ 111.146,47 |
| OGXP3 | 16;86;9 | R\$ 18.947,50 | R\$ 1.905,75 | R\$22.560,82 | R\$3.942,98 | R\$ 4.807,92 |
| OIBR3 | 5;37;9 | R\$ 5.034,49 | R\$ 396,09 | R\$16.777,69 | R\$2.527,62 | R\$ 20.400,89 |
| OIBR4 | 15;47;9 | R\$ 7.849,70 | R\$ 623,87 | R\$23.762,85 | R\$5.245,05 | R\$ 16.884,86 |
| PCAR4 | 12;25;9 | R\$ 12.357,57 | R\$ 1.869,81 | R\$33.828,47 | R\$ 10.158,67 | R\$ 35.342,82 |
| PDGR3 | 11;56;9 | R\$ 10.147,08 | R\$ 1.710,76 | R\$15.754,38 | R\$4.068,79 | R\$ 10.887,08 |
| PETR3 | 7;37;9 | R\$ 13.038,66 | R\$ 1.021,66 | R\$38.421,23 | R\$6.383,45 | R\$ 79.504,69 |
| PETR4 | 12;61;9 | R\$ 10.022,51 | R\$ 1.030,76 | R\$27.136,70 | R\$6.663,57 | R\$ 67.268,95 |
| RENT3 | 6;74;9 | R\$ 12.521,74 | R\$ 1.436,89 | R\$23.428,25 | R\$3.653,54 | R\$ 110.125,96 |
| RSID3 | 22;23;9 | R\$ 19.604,39 | R\$ 165,67 | R\$38.501,81 | R\$1.490,95 | R\$ 17.288,71 |
| SANB11 | 7;63;9 | R\$ 8.296,22 | R\$ 3.889,34 | R\$11.849,00 | R\$5.854,49 | R\$ 7.541,41 |
| SBSP3 | 20;83;9 | R\$ 12.031,11 | R\$ 427,79 | R\$24.210,53 | R\$4.795,91 | R\$ 72.840,23 |
| SUZB5 | 22;66;9 | R\$ 6.494,62 | R\$ 340,28 | R\$15.714,52 | R\$4.447,38 | R\$ 25.490,27 |
| TIMP3 | 21;25;9 | R\$ 13.211,78 | R\$ 399,70 | R\$37.042,13 | R\$3.271,57 | R\$ 22.289,50 |
| TRPL4 | 13;57;9 | R\$ 4.969,02 | R\$ 319,77 | R\$16.005,48 | R\$3.675,19 | R\$ 165.872,89 |
| UGPA3 | 21;33;9 | R\$ 20.763,13 | R\$ 8.701,69 | R\$21.313,55 | R\$9.532,35 | R\$ 172.856,51 |
| USIM3 | 16;93;9 | R\$ 10.155,50 | R\$ 394,71 | R\$17.807,76 | R\$2.417,02 | R\$ 163.580,42 |
| USIM5 | 5;26;9 | R\$ 7.038,29 | R\$ 117,44 | R\$24.204,94 | R\$1.178,47 | R\$ 87.866,27 |
| VAGR3 | 22;83;9 | R\$ 14.588,88 | R\$ 2.459,22 | R\$23.866,51 | R\$5.463,18 | R\$ 359,12 |
| VALE3 | 17;31;9 | R\$ 8.798,38 | R\$ 494,67 | R\$26.351,02 | R\$4.977,16 | R\$ 175.267,14 |
| VALE5 | 16;37;9 | R\$ 6.309,66 | R\$ 130,37 | R\$16.926,38 | R\$2.838,35 | R\$ 151.614,88 |
| VIVT4 | 14;84;9 | R\$ 6.398,65 | R\$ 454,07 | R\$18.890,80 | R\$6.144,53 | R\$ 45.258,26 |

Os resultados mostram uma grande influência da taxa de corretagem nos retornos encontrados. A quantidade de retornos lucrativos encontrados pelas diferentes combinações dos termos do *MACD* quando não considerada a taxa de corretagem foi superior, 43.950 contra 4.010 resultados positivos com corretagem. Os retornos trazidos pelo uso do *MACD* não compensam o custo da negociação, favorecendo assim o uso de estratégias de vendas a longo prazo, característica também identificada por Ellis e Parbery (2005) e Fong e Yong (2005) a respeito das médias móveis.

Em relação à estratégia *Buy-and-Hold*, dos sessenta e oito ativos estudados, onze obtiveram prejuízo, todavia os lucros obtidos pelos demais superam consideravelmente os retornos obtidos pela ferramenta de AT. Quando considerado o melhor retorno do *MACD* sem corretagem de cada ação, o retorno do *Buy-and-Hold* é superado em vinte e um ativos e supera em quarenta e sete. Ellis e Parbery (2005) e Ratner e Leal (1999) obtiveram achados semelhantes em seus estudos.

As combinações dos termos de *MACD* também foi outra questão estudada. Vidotto, Migliato, e Zambom (2009) utilizaram os valores 12, 26 e 9 para calcular a média de curto termo, a de longo termo e a linha de sinal lenta, respectivamente. Os resultados do presente estudo, corroborando com Marques e Gomes (2009), mostram que uma alteração nos períodos utilizados para o cálculo do *MACD* leva a melhores retornos. De todos os ativos estudados, apenas um teve como melhor combinação *MACD* os valores 12, 26 e 9 para o cálculo da média de curto termo, de longo termo e da linha de sinal lenta, nessa ordem.

5 CONCLUSÃO

Como uma extensão do trabalho de Vidotto, Migliato, e Zambom (2009), este artigo testou a ferramenta de Análise Técnica *MACD* em ações que constituíram o índice IBOVESPA no segundo semestre de 2012, no período de 2000 a 2012. Foram consideradas diversas variações dos termos que constituem o cálculo do *MACD*, assim como *Stop-Gain*, *Stop-Loss* e taxa de corretagem.

As Médias Móveis, sendo o *MACD* uma delas, são comumente utilizadas por investidores e corretores para construir uma estratégia de negociação de seus ativos. Este trabalho visou mostrar o desempenho desta difundida ferramenta de Análise

Técnica no mercado brasileiro, contribuindo assim, para uma melhor fundamentação na escolha de indicadores de compra e venda de ativos.

Os resultados mostram que os retornos são bastante prejudicados quando se leva em conta a taxa de corretagem, e raramente superam uma estratégia de compra passiva. Notável, também, a variedade das combinações do *MACD* que trouxeram o maior retorno para cada ativo diferente. Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação deste método apresentado em outros mercados e principalmente em um maior espaço de tempo, necessário para envolver maiores ciclos de tendência de mercado.

6 AGRADECIMENTO

Os autores são imensamente gratos ao Editor-Chefe Prof. Assoc. Charbel José Chiappetta Jabbour e aos revisores anônimos pelos valiosos comentários e sugestões. Além disso, deixamos aqui registrado nossos agradecimentos ao Sr. Bruno Barros Tavares do Departamento de Matemática, o Sr. Eduardo Alves Moreira do Departamento de Economia o Sr. Rodolfo Toríbio Farias Nazário e Sra. Elisa Carrer Iamashita ambos do Departamento de Administração, todos da Universidade de Brasília - UnB. Finalmente, destacamos que todos os erros são de exclusiva responsabilidade dos autores.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPEL, G. **Technical Analysis: Power Tools for Active Investor**. Upper Saddle River: Pearson Education, 2005. 241 p. ISBN 0-13-147402-4.
- BROCK, W.; LAKONISHOK, J.; LEBARON, B. **Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Proprieties of Stock Returns**. *Journal of Finance*, XLVII, n. 5, December 1992. 1731-1764.
- CREAMER, G.; FREUND, Y. **Automated trading with boosting and expert weighting**. *Quantative Finance*, 10, n. 4, April 2010. 401-420.
- ELLIS, C. A.; PARBERY, S. A. **Is smarter better? A comparison of adaptive, and simple moving average trading strategies**. *Research in International Business and Finance*, 19, n. 3, 2005. 399-411.
- FAMA, E. F. **Capital Markets: II**. *The Journal of Finance*, 46, n. 5, December 1991. 1575-1617.
- FONG, W. M.; YONG, L. H. M. **Chasing trends: recursive moving average trading rules and internet stocks**. *Journal of Empirical Finance*, 12, n. 1, 2005. 43-76.
- KUO, G. W. **Some exact results for moving-average trading rules with applications to UK indices**. In: ACAR, E.; SATCHELL, S. *Advanced Trading Rules*. 2. ed. Woburn: Butterworth-Heinemann, 2002. Cap. 5, p. 152-173.
- KWON, K.-Y.; KISH, R. J. **A comparative study of technical trading strategies and return predictability: an extension of Brock, Lakonishok, and LeBaron (1992) using NYSE and NASDAQ indeces**. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 42, n. 3, 2002. 611-631.
- LO, A. W.; MACKINLAY, A. C. **Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test**. *The Review of Financial Studies*, 1, n. 1, 1988. 41-66.
- LO, A. W.; MAMAYSKY, H.; WANG, J. **Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation**. *The Journal of Finance*, LV, n. 4, August 2000. 1705-1765.
- MARQUES, F. C. R.; GOMES, R. M. **Análise de séries temporais aplicadas ao mercado financeiro com o uso de Algoritmos Genéticos e Lógica Nebulosa**. VII Encontro Nacional de Inteligência Artificial. Bento Goçaves: Sociedade Brasileira de Computação. 2009. p. 749-768.
- MINARDI, A. M. A. F. **Retornos passados prevêm retornos futuros?** *RAE-eletrônica*, 3, n. 2, jul/dez 2004. 1-18.
- PARISI, F.; VASQUEZ, A. **Simple technical trading rules of stock returns: evidence from 1987 to 1998 in Chile**. *Emerging Markets Review*, 1, n. 2, 2000. 152-164.
- RATNER, M.; LEAL, R. P. C. **Test of technical trading strategies in the emerging equity markets of Latin America and Asia**. *Journal of Banking & Finance*, 23, n. 1, December 1999. 1887-1905.
- SAFFI, P. A. C. **Análise Técnica: Sorte ou Realidade?** *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 57, n. 4, Out/Dez 2003. 953-974.
- TEIXEIRA, L. A.; OLIVEIRA, A. L. I. D. **A method for automatic stock trading combining technical analysis and nearest neighbor classification**. *Expert System with Applications*, 37, n. 10, October 2010. 6885-6890.
- TUNG, W. L.; QUEK, C. **Financial volatility trading using a self-organising neural-fuzzy semantic network and option straddle-based approach**. *Expert Systems with Applications*, 38, n. 5, May 2011. 4668-4688.
- VANSTONE, B.; FINNIE, G. **An empirical methodology for developing stockmarket trading systems using artificial neural networks**. *Expert Systems with Applications*, 36, n. 3, April 2009. 6668-6680.
- VIDOTTO, R. S.; MIGLIATO, A. L.; ZAMBON, A. C. **O Moving Average Convergence-Divergence como ferramenta para a decisão de investimento no mercado de ações**. *Revista de Administração Contemporânea*, 13, n. 2, Abr/Jun. 2009. 291-309.