

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS**

**MANOEL MOZZER**

***MOVING AVERAGE CONVERGENCE DIVERGENCE:*  
FUNCIONAMENTO MATEMÁTICO E COMPORTAMENTO EM  
TENDÊNCIAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2015**

**MANOEL MOZZER**

***MOVING AVERAGE CONVERGENCE DIVERGENCE:***  
**FUNCIONAMENTO MATEMÁTICO E COMPORTAMENTO EM**  
**TENDÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Pato Branco.

Orientador: Dr. Eliandro Schvirck

**PATO BRANCO**

**2015**



Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Pato Branco  
Curso de Ciências Contábeis  
Coordenação de Trabalho de Conclusão de Curso



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso

***Moving Average Convergence Divergence: funcionamento matemático e comportamento em tendências***

Nome do Aluno: **Manoel Horacio Mozzer Camargo**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19 horas e 30 minutos, no dia 06 de outubro de 2015 como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciências Contábeis, do Departamento de Ciências Contábeis - DACON, no Curso de Ciências Contábeis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado).

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Eliandro Schvirck  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Andressa Schlickmann  
Avaliador - UTFPR

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Sandro César Bortoluzzi  
Avaliador UTFPR

## **AGRADECIMENTOS**

Impossível seria a realização deste trabalho sem o auxílio de diversas pessoas às quais devo meus sinceros agradecimentos.

Não conseguirei nessas linhas contemplar a todos que me ajudaram durante essa jornada, porém saibam que tenho eterna gratidão por toda contribuição direta ou indiretamente prestada.

Agradeço a minha mãe Marisa, e meus irmãos Marcos e Maikel, por serem o pilar que dá força e equilíbrio aos meus anseios e sonhos.

A minha namorada Mayara, pelo incontável suporte operacional e emocional, também por toda paciência e compreensão, especialmente quando me ausentei.

A meus sinceros amigos Fagner e Laura, por saber que sempre posso contar com pessoas especiais.

Ao meu orientador Eliandro, que iluminou o caminho nos momentos em que havia escuridão.

Ao professor Luiz Lima, que através do LaTeX me permitiu focar mais no conteúdo que na formatação.

A todos meus professores, que esforçaram-se na árdua tarefa de transmitir seu conhecimento contábil.

Aos meus colegas, pela companhia nas agradáveis noites de dedicação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

*Eu iniciei minha carreira no mercado de ações no final de 1972. Comprei duas ações que tinham fundamentos tremendos e tinha certeza de que a única coisa que poderia acontecer com ambas seria subir. De fato, elas subiram um pouco rapidamente e eu fiquei pensando quão esperto eu era e como era fácil. Logo após o ano-novo de 1973, as coisas mudaram. O mercado de ações e, em especial (pelo menos me pareceu), minhas duas ações começaram a afundar. Isso não era um problema porque eu também não havia sequer pensado em estabelecer um valor máximo de perda ou incluir qualquer técnica de gestão financeira para me proteger dos riscos. Além disso, eu sabia que estava certo e o mercado, com certeza, errado. No fim de 1974, as duas ações tinham caído 65%. O pensamento de achar ser uma das pessoas mais inteligentes do mundo tinha desaparecido havia dois anos da minha mente (LEMOS; CARDOSO, 2010, p. 15).*

## RESUMO

MOZZER, Manoel. ***Moving Average Convergence Divergence: Funcionamento Matemático e Comportamento em Tendências***. 2015. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

Operar no mercado acionário significa assumir altos riscos em troca de melhores rendimentos. Para auxiliar nas decisões algumas metodologias de análise das informações são utilizadas cotidianamente pelos investidores, uma delas é a análise técnica. Ela utiliza-se basicamente de padrões recorrentes de preço e volume para indicar a compra e venda de ações, sendo composta por gráficos e indicadores. Figura com destaque entre os indicadores o *Moving Average Convergence Divergence*, pela sua objetividade para operar como única fonte de decisão. Portanto, buscou-se observar o comportamento deste indicador em mercados com tendência. Para isso utilizou-se três métodos de pesquisa: uma dedução matemática em sua fórmula, uma simulação estatística em todas as ações do Índice Bovespa no ano de 2014 e um estudo de caso em ações com nítida tendência no mesmo período. Os resultados demonstraram que o MACD recomenda compra em praticamente todas as operações que no curto prazo obtiveram algum aumento significativo nos preços, três podem ser os resultados dessa entrada. Se vender em um curto espaço de tempo, até nove dias, há grandes chances de retornar prejuízo, se manter-se por mais que esse tempo pode ainda trazer lucro ou prejuízo. O prejuízo após esse tempo veio de operações em que a queda de preços aconteceu de maneira brusca após iniciada a operação, conquanto o lucro veio dos movimentos de rápida alta e queda suave. Não se obteve diferenças significativas quanto a maneira de operar conforme as diversas tendências analisadas durante o período. Conclui-se então que, apesar de ser muito utilizado, não traria o MACD segurança preditiva para operações certas se utilizado como única fonte confiável a decisão, não trazendo resultados superiores a própria sorte. Apesar disso, entender seu comportamento auxiliará a uma utilização prática mais consciente no cotidiano do investidor.

**Palavras-chave:** *Moving Average Convergence Divergence*. MACD. Análise Técnica. Análise Gráfica. Mercado de Ações.

## ABSTRACT

MOZZER, Manoel. **Moving Average Convergence Divergence: Mathematical Functioning and Behavior of Tendencies**. 2015. 82 p. Final Coursework (Bachelor's Degree in Accounting Sciences) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

Operating in the stock market means accepting to take risks for profit. To help in making decisions, investors have at their disposal special tools to analyze financial data; one of these tools is called technical analysis. It uses recurring patterns of price and volume to estimate the number of purchases and sale prices, which is represented by graphs and indicators. The Moving Average Convergence Divergence (MACD) outstands among indicators by its objectivity to function as a standalone source of decisions. For this reason, we observed the behavior of this indicator in markets with trends. Three research methods were used in this study: a mathematical deduction in its formula, a statistical simulation in all actions of the Bovespa index in 2014 and a case study on actions with a clear tendency at the same time. The results from the MACD indicates that, most of the time, purchasing operations that significantly increased in the short term yielded a significant benefit as prices are likely to keep rising. There are three noteworthy points to make from these results. First, one should thereafter sell rapidly, not more than nine days later, as past this point share fluctuations could bring profit or loss. Second, losses at that point can come from abrupt falls in operations price that are common after the operation started; although earnings usually come from the rapid growth and slow decline of prices. And last, there were no significant differences in the way to proceed based on the different analysis methods. It follows then that, despite being widely used, the MACD would not bring predictive security to well-aimed operations if used as the only source to take a decision. Nevertheless, understanding their behavior will have to make their practical uses more well informed.

**Keywords:** Moving Average Coverage Divergence. MACD. Technical Analysis. Graphical Analysis. Stock Market.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – <i>Candle</i> de alta e de baixa . . . . .                        | 25 |
| Gráfico 1 – Sinais de Operação com MACD . . . . .                            | 29 |
| Gráfico 2 – Relevância dos preços com N=2 . . . . .                          | 41 |
| Gráfico 3 – Relevância dos preços com N=3 . . . . .                          | 41 |
| Gráfico 4 – Relevância dos preços com N=4 . . . . .                          | 41 |
| Gráfico 5 – Relevância dos preços com N=10 . . . . .                         | 41 |
| Gráfico 6 – Média Móvel Exponencial de 12 e 26 dias . . . . .                | 42 |
| Gráfico 7 – Construção da Linha Rápida do MACD . . . . .                     | 44 |
| Gráfico 8 – Indicador MACD . . . . .   | 47 |
| Gráfico 9 – Comparação entre as Relevâncias da Linha Rápida e da Linha Lenta | 48 |
| Gráfico 10 – Nuvem de Pontos entre Retorno e Duração das Operações . . . . . | 52 |
| Gráfico 11 – Frequência dos Retornos . . . . .                               | 53 |
| Gráfico 12 – <i>Candlestick</i> e MACD de BRFS3 em 2014 . . . . .            | 58 |
| Gráfico 13 – <i>Candlestick</i> e MACD de OIBR4 em 2014 . . . . .            | 61 |
| Gráfico 14 – <i>Candlestick</i> e MACD de TBLE3 em 2014 . . . . .            | 63 |
| Gráfico 15 – <i>Candlestick</i> e MACD de ALLL3 em 2014 . . . . .            | 66 |
| Quadro 1 – Classificação das Ações Conforme a Tendência . . . . .            | 82 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Relevância dos Períodos na Linha Rápida . . . . .             | 43 |
| Tabela 2 – Relevância dos Períodos na Linha Lenta . . . . .              | 46 |
| Tabela 3 – Quantidade de Operações Indicadas pelo MACD . . . . .         | 50 |
| Tabela 4 – Retornos e Tempos das Operações Indicadas pelo MACD . . . . . | 51 |
| Tabela 5 – Risco do Retorno nas Operações com MACD . . . . .             | 54 |
| Tabela 6 – Dados Gerais da Amostra Categorizada . . . . .                | 55 |
| Tabela 7 – Quantidade de Retorno nas Operações por Categoria . . . . .   | 56 |
| Tabela 8 – Tempo de Retorno das Operações por Categoria . . . . .        | 56 |
| Tabela 9 – Retorno das Operações por Categoria . . . . .                 | 57 |
| Tabela 10 – Operações Recomendadas pelo MACD em BRFS3 . . . . .          | 59 |
| Tabela 11 – Operações Recomendadas pelo MACD em OIBR4 . . . . .          | 62 |
| Tabela 12 – Operações Recomendadas pelo MACD em TBLE3 . . . . .          | 64 |
| Tabela 13 – Operações Recomendadas pelo MACD em ALLL3 . . . . .          | 67 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                     | <b>11</b> |
| 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO                                    | 11        |
| 1.2 PROBLEMA  | 14        |
| 1.3 OBJETIVOS   | 14        |
| 1.3.1 Objetivo Geral                                    | 14        |
| 1.3.2 Objetivos Específicos                             | 14        |
| 1.4 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA                          | 14        |
| 1.5 DELIMITAÇÃO   | 15        |
| 1.6 ESTRUTURA DO PROJETO                                | 15        |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>                            | <b>16</b> |
| 2.1 MERCADO DE CAPITAIS                                 | 16        |
| 2.1.1 Ações   | 16        |
| 2.1.2 BM&FBovespa e o Índice Bovespa                    | 18        |
| 2.1.3 Mercados Eficientes                               | 19        |
| 2.2 ANÁLISE PARA DECISÃO                                | 20        |
| 2.2.1 Análise Fundamentalista                           | 21        |
| 2.2.2 Análise Técnica ou Gráfica                        | 22        |
| 2.2.2.1 <i>Candles</i>                                  | 24        |
| 2.2.2.2 Tendências                                      | 26        |
| 2.2.2.3 Médias Móveis                                   | 27        |
| 2.3 MACD  | 28        |
| 2.4 ESTUDOS ANTERIORES                                  | 30        |
| 2.4.1 Saffi (2003)                                      | 30        |
| 2.4.2 Vancin (2006)                                     | 30        |
| 2.4.3 Sachetim (2006)                                   | 31        |
| 2.4.4 Carvalho, Costa Jr. e Goulart (2008)              | 32        |
| 2.4.5 Vidotto, Migliato e Zambom (2009)                 | 32        |
| <b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA</b>                        | <b>33</b> |
| 3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO                          | 33        |
| 3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS          | 34        |
| 3.2.1 Método Dedutivo Matemático                        | 34        |
| 3.2.2 Método Estatístico                                | 35        |
| 3.2.3 Estudo de Caso                                    | 36        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                         | <b>38</b> |
| 4.1 FUNCIONAMENTO MATEMÁTICO DO MACD                    | 38        |
| 4.1.1 Média Móvel Exponencial e a Relevância dos Preços | 39        |
| 4.1.2 Linha Rápida e seu Deslocamento Sensível          | 42        |
| 4.1.3 Linha Lenta como Sinal de Estabilidade            | 45        |
| 4.1.4 Cruzamento das Linhas como Indicador de Operação  | 48        |
| 4.2 RESULTADOS EMPÍRICOS                                | 49        |
| 4.2.1 Questões gerais                                   | 50        |
| 4.2.2 Estatística das Tendências                        | 54        |
| 4.2.3 Estudo de Caso das Tendências                     | 57        |
| 4.2.3.1 Tendência de Alta: BRFS3                        | 58        |

|                   |  |           |
|-------------------|--|-----------|
| 4.2.3.2           | Tendência de Baixa: OIBR4 . . . . .                      | 60        |
| 4.2.3.3           | Tendência Lateral: TBLE3 . . . . .                       | 63        |
| 4.2.3.4           | Reversões: ALLL3 . . . . .                               | 65        |
| 4.2.3.5           | Comparação das Tendências . . . . .                      | 68        |
| <b>5</b>          | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>                    | <b>70</b> |
|                   | <b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>                             | <b>73</b> |
| <b>APÊNDICE A</b> | <b>RELEVÂNCIA DO PREÇO NA MÉDIA MÓVEL EXPONENCIAL</b>    | <b>78</b> |
| <b>APÊNDICE B</b> | <b>PERÍODO COM RELEVÂNCIA ZERO NA LINHA RÁPIDA . . .</b> | <b>79</b> |
| <b>APÊNDICE C</b> | <b>RELEVÂNCIA DO PREÇO NA MME DA MME . . . . .</b>       | <b>80</b> |
| <b>APÊNDICE D</b> | <b>CLASSIFICAÇÃO DAS AÇÕES CONFORME A TENDÊNCIA .</b>    | <b>82</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em outubro de 2007 a Bovespa Holding abriu capital na Bolsa de Valores, em apenas um dia suas ações subiram 52%, isso chamou atenção de vários novos investidores desejosos em aumentar seu capital subitamente (CORREIA, 2008).

Poucos meses depois a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) também resolveu abrir capital, a notícia foi tão impactante e o número de interessados tão grande que houve imposição de um limite máximo de R\$ 1.800,00 por pessoa física operando. No dia da abertura a euforia elevou os preços em 22%, mas ao contrário da Bovespa Holding eles não continuaram subindo, despencaram e dois meses depois esse valor caiu quase 40%, levando vários novos investidores a amargar terríveis prejuízos (CORREIA, 2008).

Segundo Correia (2008, p. 19) o que “esses novos investidores esqueceram é que não existe bolsa segura, bolsa é um investimento de risco”. Leva o nome de renda variável, pois por mais que o investidor esforce-se ao máximo para garantir a rentabilidade de suas operações não há nenhuma garantia que isso ocorrerá.

Não há fórmulas ou cálculos que trarão resultados certos ou milagrosos, pelo simples fato que o mercado é composto de duas forças, que interagem sobre incentivos diversos, são indomáveis e imprevisíveis, de um lado os compradores e do outro os vendedores (ELDER, 2006; DEBASTIANI, 2008; GUNTHER, 2013).

Segundo Mankiw (2012) o preço de qualquer produto sobe ou desce à proporção do número de compradores e vendedores, seguindo a lei da oferta e demanda. Debastiani (2007, p. 22) descreve como essas duas forças interagem no mercado de capitais:

Os movimentos em ziguezague que enxergamos nos gráficos de preços são causados por uma espécie de “cabo-de-guerra” disputado por essas duas forças (compradora e vendedora). Tanto os movimentos de alta como os de baixa tendem a um “equilíbrio de forças” depois de um período de tempo (não mensurável), como se um dos lados, após longo esforço ganhando posições, ficasse cansado e enfraquecido exaurindo a tendência em curso. A partir desse ponto acontece a reversão dessa tendência pelo fortalecimento do lado oposto que depois de ganhar terreno, irá também se exaurir mais à frente. Alterando-se de tempos em tempos, de forma cíclica,

porém linear, a predominância de uma dessas forças é a maneira que os investidores (ou *traders*) têm para se beneficiar dos movimentos de preços, estudando-os para obter lucro nessa flutuação (DEBASTIANI, 2007, p. 22).

Ao longo do tempo, na tentativa de subsidiar o investidor em suas decisões, determinados padrões de preço foram sendo observados, padrões que relacionam lucro, dividendos, situação econômica, índice de crescimento do setor, histórico de movimentação do preço dos papéis, entre inúmeros outros. Gerando assim duas metodologias principais de análises, distintas entre si, a Análise Fundamentalista e a Análise Técnica (ELDER, 2006; ABE, 2009; PINHEIRO, 2012).

A fundamentalista busca determinar o valor real, ou valor justo, dos papéis, baseando-se nas características financeiras e contábeis da empresa, em sua perspectiva de crescimento e na expectativa de resultados futuros (MOORE, 2012; PINHEIRO, 2012).

Segundo Debastiani e Russo (2008, p. 14) ela “vê o mercado de ações (e a valorização ou não de seus ativos) como o resultado da atividade econômica desenvolvida por uma empresa”.

Já a análise técnica ou gráfica tem como foco a verificação gráfica do histórico de preços da ação e seu desempenho ao longo dos tempos, ou seja, a interpretação de gráficos de preços, volumes e outros indicadores, visando estudar o movimento de preço das ações para determinar sua tendência, em busca de oportunidades de comprar e vender a preços compensadores (MOORE, 2012; PINHEIRO, 2012).

A análise técnica sustenta-se em três fundamentos principais: (i) a ação do mercado desconta tudo, ou seja, o analista técnico acredita que tudo encontra-se na formação do preço, tanto dados macroeconômicos, financeiros ou psicológicos estão contidos nele; (ii) os preços movem-se em tendência, dessa forma, acreditam os grafistas que uma tendência em vigência tem uma probabilidade maior de permanecer em vigência do que reverter e (iii) a história se repete, ou seja, consideram que como determinados padrões funcionaram bem no passado podem então continuar funcionando no futuro (LEMOS; CARDOSO, 2010).

A tendência, segundo pilar da análise técnica, é a “direção para a qual o mercado está se movendo” (LEMOS; CARDOSO, 2010, p. 87). Pode ser assim para cima (tendência de alta), para baixo (tendência de baixa) ou em uma faixa específica

de preços (tendência lateral) (ABE, 2009).

Tanto para Debastiani (2008), quanto para Moore (2012), identificar o início de uma tendência e aproveitar de todo seu movimento é umas das táticas mais eficientes para garantir bons retornos no mercado acionário.

Um dos indicadores grafistas mais utilizados para rastrear tendências é o *Moving Average Convergence Divergence* (MACD), traduzido como Convergência Divergência de Médias Móveis. Foi um indicador desenvolvido por Gerald Appel no final da década de sessenta, ele consiste no cálculo de três médias móveis exponenciais (MME), resultando graficamente em duas linhas, cujos cruzamentos emitem sinais de negociação (ELDER, 2004).

A linha rápida, ou linha MACD, é resultado da subtração entre a MME dos preços de fechamento de 12 dias e de 26 dias, já a linha de lenta, ou linha de sinal, é a MME da própria linha rápida calculada em 9 dias. Os valores temporais podem se ajustar dependendo do investidor, porém a parametrização original designada por Appel e mais comumente encontrada no mercado é 12, 26 e 9 dias (ELDER, 2004; ABE, 2009).

No indicador MACD, o sinal compra acontece quando a linha rápida cruza acima da linha lenta, e o de venda quando a linha rápida cruza abaixo a linha lenta. Tornando-o um dos indicadores que geram sinais simples e precisos de compra e venda, por esse motivo ele é amplamente utilizado na prática da bolsa de valores para subsidiar operações (ABE, 2009).

Porém, Gunther (2013), em seu famoso livro “Os Axiomas de Zurique”, publicado originalmente em 1985, adverte veemente para o cuidado com a armadilha do historiador e a ilusão do grafista. Tecendo duras críticas as técnicas fundamentalistas e grafistas de análise, citando principalmente que:

A Bolsa de Valores é um gigantesco mecanismo de emoções humanas. O que homens e mulheres estão fazendo, pensando, sentido é que determina as altas e baixas das ações. O preço das ações de determinada empresa não sobe por causa de dados abstratos num balancete, nem porque as perspectivas futuras da empresa são objetivamente boas. O mercado não desaba porque um computador, num canto qualquer, de algum modo, resolveu que esta subindo a pressão vendedora, mas porque pessoas estão preocupadas, desanimadas ou temerosas. Ou simplesmente porque vem vindo um fim de semana prolongado, quatro dias feriado, e os compradores foram todos para a praia (GUNTHER, 2013, p. 64).

Portanto, levanta-se a necessidade de estudos científicos para averiguar o comportamento dos indicadores de análise técnica e fundamentalista, principalmente do indicador MACD, já que há extrema facilidade de operar utilizando-o como estratégia única, além de ele ser muito difundido entre investidores no mercado de capitais.

## 1.2 PROBLEMA

Diante do exposto pergunta-se: Como comporta-se o MACD operando como único indicador para tomada de decisão em diversas tendências do mercado?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Descrever o comportamento do MACD operando como única fonte para tomada de decisão em diversas tendências do mercado.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- (i) Demonstrar como os preços afetam a construção matemática do MACD;
- (ii) Classificar as ações do Índice Bovespa em 2014 conforme sua tendência;
- (iii) Simular operações recomendadas pelo indicador na amostra classificada;
- (iv) Analisar estatisticamente os retornos obtidos com as operações;
- (v) Fazer estudos de caso com ações de nítida tendência e reversão em 2014.

## 1.4 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA

Os indicadores técnicos e fundamentalistas são o atual norte dos investidores, onde apoiam e qualificam suas decisões de operações. Porém ainda há uma grande dúvida sobre a confiabilidade de seus resultados e até mesmo se realmente funcionam.

Em função disso é importante que a área acadêmica volte-se ao problema de como esses indicadores funcionam e se podem trazer resultados eficazes, uma área

tão difundida na prática mas tão pouco pesquisada com método e rigor científico.

A contribuição científica do presente trabalho serve ao avanço de uma área que começou a ser explorada no Brasil a menos de uma década e que, ainda, não tem grande representatividade acadêmica.

Assim, as conclusões deste trabalho, somado com outras publicações, poderão auxiliar os pesquisadores que desejarem visualizar a funcionalidade dos indicadores técnicos e como eles influenciam nas decisões dos operadores do mercado de ações.

Também há uma parcela de contribuição prática ao investidor, que terá uma visão mais clara do funcionamento do MACD e de sua maneira de trazer resultados, projetando uma perspectiva se o índice auxiliará ou não em suas decisões.

## 1.5 DELIMITAÇÃO

O estudo se propõe a verificar o comportamento que o MACD proporciona conforme alguns critérios, sendo escolhido para tanto a parametrização original nas simulações teóricas (12, 26 e 9 dias), uma amostra limitada tempestivamente (ano de 2014) e de população (apenas as ações pertencentes ao Índice Bovespa).

Portanto, não será possível generalizar os resultados e afirmar que o MACD é um indicador integralmente confiável, ou que deve se operar utilizando apenas ele, da mesma maneira não será possível concluir que com retornos negativos ou abaixo do esperado que o indicador não funciona ao que se propõe.

## 1.6 ESTRUTURA DO PROJETO

A presente introdução apresentada será seguida do referencial teórico no capítulo 2, da metodologia da pesquisa no capítulo 3, dos resultados e discussão no capítulo 4 e das considerações finais no capítulo 5.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MERCADO DE CAPITAIS

O mercado de capitais é o local onde ocorrem transações de valores mobiliários, ou seja, ações, debêntures, contratos futuros, opções e tantos outros. Como enfoque, este trabalho se estabelecerá apenas no estudo do mercado de ações, sem discordar da amplitude que os outros mercados de capitais podem ter.

Pinheiro (2012, p. 174) define, em um corte cirúrgico, preciso e técnico, o mercado de capitais como “um conjunto de instituições e de instrumentos que negociam com títulos e valores mobiliários, objetivando a canalização dos recursos dos agentes compradores para os agentes vendedores”.

Esta definição, sem dúvidas, é precisa cientificamente, mas pode não expressar de forma completa o que é o mercado de capitais, já que não dá o principal enfoque ao seu componente básico: as pessoas.

Para Penteado (2003), acima de tudo o mercado de capitais, e em especial o secundário de ações, é a reunião de uma enorme multidão de pessoas tentando ganhar dinheiro, buscando comprar algo por um preço menor do que irão vender.

Os operadores de mercado com antecedentes científicos ou com formação em engenharia geralmente tratam o mercado como um evento físico. Aplicam-lhe os princípios de processamento de sinais, de redução de ruídos e ideias semelhantes. Em contraste, os investidores profissionais sabem muito bem o que o mercado é – uma enorme massa de pessoas (ELDER, 2004, p. 52).

Sendo assim, “cada membro tenta tirar dinheiro dos outros participantes, sendo mais inteligente que os demais. O mercado é um ambiente extremamente rigoroso, pois todos estão contra você e você luta contra todos” (ELDER, 2004, p. 52).

#### 2.1.1 Ações

Toda companhia necessita de recursos financeiros para seus projetos de expansão e crescimento, para isso tem inúmeras alternativas de captar dinheiro, a emissão de ações é uma delas (PENTEADO, 2003).

Os procedimentos da abertura de capital são complexos e burocráticos, porém as vantagens advindas superam outras formas de captação de recursos. Nele a empresa emite ações, fazendo a captação de dinheiro junto ao público investidor para financiar seus projetos (MOORE, 2012).

Adquirir recursos de terceiros “aumenta o endividamento e, conseqüentemente, reduz a capacidade da empresa de reobtê-los. Outro aspecto a considerar sobre a utilização de capital de terceiros é o risco de cobertura” (PINHEIRO, 2012, p. 178).

Assim, independentemente do resultado obtido pela companhia, ela terá de pagar o capital adquirido acrescido de juros. Isso não acontece com a abertura de capital, pois “as ações não têm prazo de amortização ou resgate, nem exigem rendimento definido – o retorno depende do resultado da atividade da empresa” (CAVALCANTE, 2009, p. 230).

“As ações são títulos de propriedade de uma parte do capital social da empresa que as emitiu” (PINHEIRO, 2012, p. 210), ela é “indivisível e representa a menor parcela do capital social” (CAVALCANTE, 2009, p. 110). Logo, como pontua Dowsley (2009, p. 20) “o acionista não é um credor da companhia, mas um co-proprietário com direito a participação em seus resultados”.

O ato da companhia subscrever novas ações no mercado se dá pela IPO (*Initial Public Offering*), ou oferta pública inicial. É o chamado mercado primário de ações, que passa por várias etapas de um processo burocrático e cauteloso, afim de evitar fraudes no mercado de capitais. Onde a própria empresa vende ações aos agentes credenciados do mercado (CAVALCANTE, 2009).

Já no mercado secundário, ou oferta pública secundária, que ocorre após a conclusão do mercado primário, as negociações são efetuadas entre quem já é sócio e quem deseja tornar-se sócio. Ele garante a liquidez e possibilita que as ações troquem de dono (ABE, 2009). Assim, não há aumento patrimonial da empresa, já que a transferência dos recursos acontece apenas entre os antigos e novos acionistas (MOORE, 2012).

Este é o ambiente em que corriqueiramente utiliza-se a análise gráfica e seus indicadores para tomada de decisão, logo, será o foco de estudo do presente trabalho.

### 2.1.2 BM&FBovespa e o Índice Bovespa

Nas bolsas de valores ocorrem as compras e vendas de valores mobiliários, incluindo as ações. Conforme Pinheiro (2012, p. 264), são “instituições de caráter econômico que tem como objetivo a negociação pública mercantil de títulos e valor mobiliários”.

A Bovespa (Bolsa de Valores de São Paulo), fundada em 23 de agosto de 1890, inicia em 2000 o processo de incorporação de outros mercados acionários presentes no país (Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo etc) e o conclui em 2006, com a aquisição da Bolsa do Paraná e da Bolsa Regional (PINHEIRO, 2012).

Em 2008 anuncia a fusão com a BM&F (Bolsa Mercantil e de Futuros), um ano após a abertura do capital de ambas, originando à BM&FBovespa S.A., terceira maior bolsa do mundo em valor de mercado e maior centro de negociação com ações da América Latina (PINHEIRO, 2012).

Seu principal índice é o Ibovespa (Índice da Bolsa de Valores de São Paulo), sendo também o principal índice do mercado de ações brasileiro. “Sua composição tenta representar a tendência geral dos preços das ações negociadas na Bolsa” (MOORE, 2012, p. 27).

Ele representa “o valor atual, em moeda corrente, de uma carteira teórica de ações, constituída em 1968 a partir de uma aplicação hipotética” (CAVALCANTE, 2009, p. 62).

Seu objetivo é “ser o indicador do desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro” (BM&FBOVESPA, 2015, p. 2). Portanto, a metodologia de ingresso de uma nova ação no índice depende da sua participação e presença no mercado.

Para seu cálculo utiliza-se o método de retorno total, que busca “refletir não apenas as variações nos preços dos ativos integrantes do índice no tempo, mas também o impacto que a distribuição de proventos por parte das companhias emissoras desses ativos teria no retorno do índice” (BM&FBOVESPA, 2014, p. 2).

Este índice é atualizado quadrimestralmente, em suas reavaliações periódicas são verificadas a participação no mercado de todas as ações presentes na Bolsa. Como fonte de amostragem foi utilizada a carteira de setembro a dezembro de 2014.

### 2.1.3 Mercados Eficientes

A teoria sobre a eficiência dos mercados relaciona preço e informação. Basicamente ela diz que mercados eficientes são aqueles em que todas as informações relevantes, públicas e privilegiadas, são conhecidas por todos os operadores e o ajuste à nova informação é instantâneo (SERAFINI, 2010; PINHEIRO, 2012).

Assim, existem três versões de eficiência: a fraca, a semi-forte e a forte. Segundo Pinheiro (2012, p. 423), elas “tem como única divergência, os diferentes níveis de informação que devem refletir os preços do mercado”.

Logo, mercado de eficiência fraca é o que reflete integralmente sua historicidade, onde nenhuma informação nova, pública ou privada tem força de influenciar momentaneamente o mercado.

Já a semi-forte diz que as informações públicas interferem instantaneamente no mercado, logo ter informação privilegiada pode trazer retornos anormais.

Por fim, na eficiência forte toda informação, tanto pública quanto confidencial, está embutida instantaneamente no preço, sendo esse mercado incapaz de trazer retornos anormais por qualquer tipo de informação. Pois, “os preços de mercado refletem todas as informações que possam influenciar no retorno esperado e com isso os preços de mercado estão sempre em equilíbrio” (COSTA; VARGAS, 2011, p. 99).

Para Elder (2004, p. 80) “a falha lógica da teoria dos mercados eficientes é equiparar conhecimento e ação. É até possível que algumas pessoas tenham conhecimento, mas as pressões emocionais da multidão geralmente iludem a operar nos mercados de maneira irracional”.

Além disso, essa teoria esquece que o mercado é composto por pessoas, mesmo que todos conhecessem todas as informações, ainda aconteceria “assimetrias de previsões. Se todo mundo fosse atrás de uma previsão no mercado financeiro, não haveria mercado. Todo mercado iria comprar, subindo demais, ou todo mercado iria vender, caindo demais” (MOORE, 2012, p. 67).

## 2.2 ANÁLISE PARA DECISÃO

O investidor tem quatro escolhas no mercado acionário: comprar ou não comprar, vender ou não vender. Porém, para decidir uma dessas quatro escolhas, o mercado gera uma quantidade enorme de informações, elas provem de relatórios contábeis, indicadores financeiros, gráficos históricos, relatórios da administração, notícias macroeconômicas, entre outras incontáveis fontes, que surgem como uma enxurrada sobre o investidor (ELDER, 2006).

Para interpretar essa enorme quantidade de dados o investidor tem a seu dispor algumas técnicas de análise. Entre as mais difundidas no mercado de ações estão a análise fundamentalista e a análise gráfica (ELDER, 2006; CAVALCANTE, 2009; SERAFINI, 2010; COSTA; VARGAS, 2011).

A análise fundamentalista procura comprar boas empresas, preocupa-se assim em analisa-las financeira e economicamente. Já a análise gráfica observa o comportamento e expectativas do mercado em relação aos papéis (RUDINK et al., 2013).

Para Moore (2012, p. 54) “a análise fundamentalista irá nos ajudar a filtrar boas ações. A análise técnica vai nos mostrar o *timing* certo de entrar e sair dessas boas empresas”.

O objetivo de ambas é estimar os preços ou a esperança de subida e descida de preços, mas enquanto a análise fundamentalista busca a causa, a técnica busca reconhecer o melhor momento de operar.

Porém, apesar de todas as informações e análises, não pode-se esquecer que são ordens de compra e venda que fazem o mercado se movimentar. Elas provem, acima de tudo, das “reações emocionais dos investidores às informações extraídas dos mercados” (MOORE, 2012, p. 52).

Como diz Penteado (2003, p. 11), “uma estrutura de informação pode ser definida como uma mensagem sobre vários eventos que podem acontecer. Uma mensagem pode ter vários valores diferentes para diferentes pessoas”.

Segundo Treuherz (1972), apesar de suas diferenças é importante saber que tem sido ganho e perdido dinheiro, tanto com uma quanto com a outra análise. Os estudos de Costa e Vargas (2011, p. 111) também indicam que “as duas ferramentas

podem trabalhar em conjunto para agregar valor a uma carteira de investimentos”.

### 2.2.1 Análise Fundamentalista

A análise fundamentalista vê o mercado de ações como o resultado da atividade econômica desenvolvida pela empresa. Ela deseja descobrir o valor intrínseco do papel, aquele que não tem relação com o que o mercado está negociando, mas que seria o preço justo da empresa (DEBASTIANI; RUSSO, 2008; COSTA; VARGAS, 2011; PINHEIRO, 2012).

Para determinação desse valor são utilizados dados históricos, de setor, posição da indústria, gestão, dividendos, potencial de crescimento, ou qualquer número que possa afetar o desempenho da companhia, ou seja, verificam-se seus fundamentos. Por essa característica mais econômica, ela é a mais abordada no meio acadêmico (COSTA; VARGAS, 2011; PIOTTO; SILVA; GARCIA, 2011; MOORE, 2012; VARELLA, 2012; RUDINK et al., 2013).

Após descobrir o valor intrínseco faz-se a comparação com o valor praticado no mercado, se a ação está subvalorizada torna-se alvo de compra, se está supervalorizada, torna-se alvo de venda, com a expectativa que em algum momento o valor de mercado aproxime-se do valor intrínseco (PINHEIRO, 2012).

Como não é possível determinar em que momento o movimento de correção acontecerá, ela “é menos relevante para os operadores a curto prazo ou para os *day-traders*” (ELDER, 2006, p. 39). Assim, é muito utilizada a longo prazo, com a estratégia *buy and hold*.

A estratégia *buy and hold* (comprar e manter, em tradução livre) consiste em adquirir ações de empresas com bons fundamentos e mantê-las por um longo prazo no portfólio de ações (VARELLA, 2012).

Um dos grandes problemas advindos pela análise fundamentalista é a transformação da bolsa em um “ambiente de concorrência desleal para os pequenos investidores” (ABE, 2009, p. 19).

Os fundos e bancos possuem equipes destinadas somente a isso, pessoas que se especializam em determinado setor e que tem acesso facilitado de conversa com altos cargos das empresas. Assim, para Abe (2009) quando alguma informação pontual chega na mídia e atinge o pequeno investidor, dificilmente ela inovadora ou

surpreenderá os grandes do mercado.

Enquanto o operador comum, que não ganha sua renda do mercado, demandaria muito tempo para analisar todas as informações econômicas internas e externas, além disso, ficaria restrito as informações demonstradas nos relatórios e balanços, sem acesso a nenhuma informação privilegiada (ABE, 2009; MOORE, 2012).

Outro problema da análise fundamentalista, descrito por Lemos e Cardoso (2010) é que ela desconsidera os outros investidores e seus fundamentos. Para Costa e Vargas (2011, p. 101) “não basta somente identificar boas empresas, por que nada adianta se o mercado não souber que elas existem”.

Nesse caso, a análise produzida por um investidor (de subvalorização, por exemplo) deveria condizer com a produzido pela maioria dos outros investidores (o que aumentaria a pressão compradora e elevaria o preço). Porém, devido a seu caráter subjetivo, os fundamentos cotidianamente retornam valores diferentes, tanto em super ou subvalorização, como no próprio valor intrínseco (LEMOS; CARDOSO, 2010).

### 2.2.2 Análise Técnica ou Gráfica

A análise técnica, ou gráfica, leva em consideração apenas o mercado para tomada de decisão. Seu objetivo é “identificar tendências e mudanças no comportamento das multidões” (ELDER, 2004, p. 66).

Para ela, não é relevante a causa da alteração da expectativa, mas somente a mudança no comportamento das massas, já que são as pessoas que alteram o preço dos ativos (DEBASTIANI, 2008; BOAINAIN; PEREIRA, 2009; CAVALCANTE, 2009; DOWSLEY, 2009; PINHEIRO, 2012; VARELLA, 2012). Como bem diz Moore (2012, p. 51), já frisado neste trabalho:

[...] o que a maioria dos participantes do mercado não percebe (ou esquece) é simplesmente o princípio básico dos mercados acionários: uma ação tende a subir porque os investidores querem pagar o preços cada vez mais altos para adquiri-la. E tende a cair porque existem muitos investidores querendo se desfazer de suas posições a qualquer preço (ou abrir uma posição vendida). Ponto. Simples assim. (MOORE, 2012, p. 51).

Utiliza os preços e volumes de negociação efetuados anteriormente para encontrar esse comportamento, que são demonstrados normalmente através de

gráficos. A partir desses dados extraem-se padrões de figuras e indicadores, ao qual o MACD pertence, objetivando o melhor momento de comprar e vender (ELDER, 2006; BOAINAIN; PEREIRA, 2009; SERAFINI, 2010).

[...] os gráficos são rerepresentações do imutável comportamento humano em multivariadas situações complexas. São o retrato de uma gama de ações humanas expressas numa só variável (preço). No preço convergem inúmeras influências: medo, ganância, desejo, astúcia, malícia, falsidade, ingenuidade, estimativa de lucro, a necessidade de renda dos corretores, credulidade, a necessidade de emprego e desempenho dos administradores profissionais, oferta e demanda de ações, liquidez e fluxo monetários, auto-destrutividade, passividade manipulação, ciclos econômicos e crença a respeito deles (PENTEADO, 2003, p. 43)

Sua utilização data do século XVII, com o registro de informações sobre o preço do arroz, por abastadas famílias japonesas, afim de obter melhores condições para sua comercialização. Foi incorporada ao Ocidente por Charles Henry Dow, criador do índice Dow-Jones e, juntamente com Edward Jones, primeiro editor do *Wall Street Journal*, por volta do final do século XIX (PENTEADO, 2003).

Ela vem sendo utilizada por uma quantidade crescente de investidores, já que segundo Boainain e Pereira (2009, p. 266) é uma “ferramenta acessível, prática e intuitiva”.

Apesar disso, ela vem sofrendo resistência para ser estudada cientificamente, por conta da aceitação no meio acadêmico das Hipótese de Eficiência de Mercado, da subjetividade e do linguajar utilizado nas análises técnicas (BOAINAIN; PEREIRA, 2009).

Ela parte de três axiomas fundamentais: os preços descontam tudo, os mercados movem-se em tendência e a história repete-se (LEMOS; CARDOSO, 2010; MOORE, 2012).

O primeiro, e principal, axioma diz que tudo está contido nos preços. Toda informação, relevante ou não, está contida no valor de mercado naquele momento. Segundo esse axioma, todos os fundamentos procurados pelos fundamentalistas mais as expectativas dos agentes do mercado, já estão descritos no preço atual do papel (CORREIA, 2008; PINHEIRO, 2012).

Apenas não estão presentes no papel os eventos fortuitos, impossíveis de precificar no momento, como um terremoto. Porém, o axioma diz que, logo após

ocorrer o evento, o “mercado reajusta os preços para se adequar à nova realidade criada pelos fatos recentes” (ABE, 2009, p. 34-35).

O segundo axioma, os preços movem-se em tendência, acredita que em meio a guerra de forças entre compradores e vendedores, algum lado se destaca e comanda a tendência, ou de alta ou de baixa. Mesmo quando a força dos dois lados é igual existe o estabelecimento de uma tendência: a lateral.

Além disso, acredita-se que a tendência segue até que aconteça algum fato que a reverta (CORREIA, 2008). Assim, é importante encontrar o momento de sua reversão para assumir posições em seu início (PINHEIRO, 2012).

Por fim, o último axioma diz que a história se repete, para ele o comportamento das massas é influenciado pelos padrões detectados anteriormente, esses se repetem ou mudam de forma lentamente. Alguns conceitos como suporte e resistência são retirados exatamente deste axioma (PIOTTO; SILVA; GARCIA, 2011).

Assim, “supõem que o investidor tende a reagir de forma similar a situações anteriores” (PINHEIRO, 2012, p. 499), e que a história repetirá (COSTA; VARGAS, 2011).

A análise técnica é mais simples e rápida de ser trabalhada do que a análise fundamentalista, já que os indicadores funcionam de maneira idêntica para qualquer objeto analisado, sejam ações de diversos setores ou outras opções de investimento (ELDER, 2006; ABE, 2009).

Apesar disso, ela tem uma subjetividade muito grande, já que os operadores podem interpretar os sinais gráficos de maneiras distintas, também seus indicadores, não dificilmente, são contraditórios entre si (VARELLA, 2012).

#### 2.2.2.1 *Candles*

Os gráficos podem ser representados de várias formas. Uma das mais comuns é o *candlestick*, formado pelo conjunto de *candles*, ou velas, como apresenta a Figura 1. Cada *candle* apresenta quatro informações: preço de abertura, preço de fechamento, preço máximo e preço mínimo de um período (DEBASTIANI, 2007).

A montagem desse gráfico consiste em representar cada período de tempo como um *candle*, na qual o “corpo da vela dá destaque aos espaço ocupado entre o preço de abertura e de fechamento, e os preços máximos e mínimos formam pavios

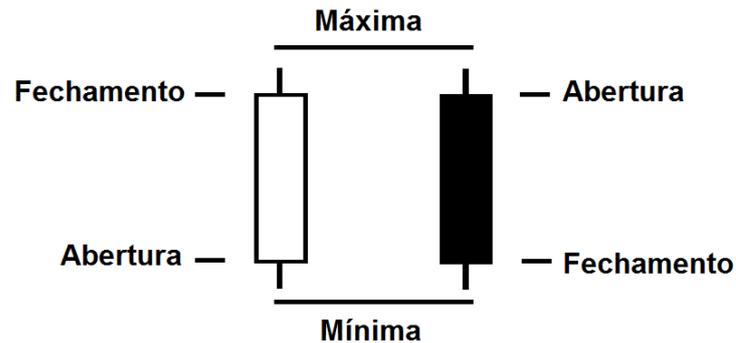


Figura 1 – *Candle* de alta e de baixa  
 Fonte: Abe (2009, p. 30)

acima e abaixo desse corpo de vela, se forem diferentes dos preços de abertura e fechamento” (DEBASTIANI, 2007, p. 18).

Eles começaram a ser utilizados pelos comerciantes de arroz japoneses no século XVII e no Ocidente na década de 1980. Originalmente diferenciavam um *candle* altista pela cor branca e um *candle* baixista pela cor preta (ELDER, 2004; MOORE, 2012). Padrões que serão mantidos neste trabalho, apesar da possibilidade de utilizar outras cores sem prejuízo a análise.

Um *candle* de alta indica que o valor de abertura foi inferior ao valor de fechamento do período, ou seja, naquele intervalo de tempo o preço da ação subiu. Já o *candle* de baixa indica que o valor de abertura foi superior ao de fechamento, ou seja, naquele intervalo de tempo o preço da ação caiu (DEBASTIANI, 2007; MOORE, 2012).

Assim, o corpo do *candle* marca a diferença entre o primeiro e o último negócio efetuado no período, enquanto o traço fino mostra o valor máximo e o valor mínimo em que foi negociado o papel naquele período (DEBASTIANI, 2008; ELDER, 2004).

A vela é sempre a representação de um período. Este período pode variar dependendo, de um dia, uma semana, um mês, uma hora, um minuto etc. Assim, um *candle* de um dia irá mostrar os quatro preços praticados naquele dia, enquanto o de um minuto mostrará os preços praticados naquele minuto (CORREIA, 2008). O presente trabalho utilizará o gráfico com *candles* diários.

Segundo Abe (2009) e Lemos e Cardoso (2010) os preços de fechamento são os mais importantes, já que representam o consenso dos operadores naquele período. Como é o preço utilizado na construção dos indicadores, as operações de compra e venda serão simuladas com ele.

### 2.2.2.2 Tendências

O segundo axioma da análise técnica diz que: os preços movem-se em tendência. Assim, Debastiani (2008, p. 35) define tendência como “o movimento principal que os preços de um determinado ativo está percorrendo no espaço de tempo analisado”.

Elas são importantes, pois acredita o analista gráfico, que uma tendência estabelecida continuará até algum fato relevante a interrompa. É mais fácil então nadar com a corrente do que contra ela (DEBASTIANI, 2008).

Todo gráfico apresenta uma das três tendências principais: alta, baixa ou lateral. Em uma tendência de alta cada subida e descida no mercado atingem um valor superior as anteriores, formando uma linha ascendente. Já na tendência de baixa cada subida e descida atingem um valor inferior as anteriores, formando uma linha descendente. Na tendência lateral as subidas e descidas do mercado param aproximadamente na mesma faixa de preços, sem a definição específica de uma linha bem definida (PENTEADO, 2003; ELDER, 2006; ABE, 2009; DOWSLEY, 2009; LEMOS; CARDOSO, 2010).

É comum nos EUA as expressões touro, para mercado em alta, e urso, para mercado em baixa. Já que, conforme Penteado (2003, p. 50) “[...] o touro levanta a cabeça (tendência de alta) para dar uma chifrada, para atacar um inimigo, enquanto o urso se abaixa (tendência de baixa) para agarrar, para atacar”.

Elder (2004, p. 89) apresenta de maneira didática o comportamento das tendências durante a guerra de forças entre compradores e vendedores:

A faixa de negociação é como uma luta entre duas gangues igualmente fortes. Elas empurram uma a outra em movimentos de avanço e recuo numa esquina, mas nenhuma delas é capaz de controlar o território. Já a tendência assemelha-se a uma luta em que a gangue mais forte persegue a gangue mais fraca na rua abaixo. A toda hora, a gangue mais fraca para de correr e ensaia alguma resistência, mas logo é forçada a debandar fuga (ELDER, 2004, p. 89).

Assim, as ações foram classificadas conforme a tríade básica de tendência (alta, baixa e lateral) e conforme sofreram reversões durante o período, afim de analisar como o MACD comporta-se dependendo do movimento contínuo do papel.

### 2.2.2.3 Médias Móveis

Os indicadores de análise técnica dividem-se basicamente em duas categorias: os osciladores e os rastreadores. Os rastreadores monitoram o desenvolvimento das tendências enquanto os osciladores identificam níveis de suporte e resistência, ou seja, pontos de retorno dos preços (DOWSLEY, 2009; VARELLA, 2012).

As médias móveis estão no grupo dos rastreadores de tendências, pois pela forma de cálculo colocam-se atrás dos movimentos do mercado, como que o seguindo (PENTEADO, 2003; DEBASTIANI, 2008; VARELLA, 2012).

Ela tem assim caráter reativo, não preditivo, como explica Moore (2012, p. 112-113) ela “não tenta adivinhar topos e fundos, seu objetivo é surfar toda tendência, mas só conseguimos captar a tendência quando ela já está em curso”.

Para Elder (2006, p. 96) “em alta, mostram que a multidão está ficando mais otimista – altista. Em baixa, mostra que a multidão está ficando mais pessimista – baixista”.

A indicação é representada por sua inclinação, se ascendente indica tendência de alta, se descendente indica tendência de baixa, enquanto constante indica inclinação lateral (ABE, 2009, p. 127).

A mais básica de todas é a Média Móvel Simples (MMS), ela é calculada pela soma dos preços ao longo do período de apuração e dividido pelo número de períodos apurados. Logo, atribui o mesmo peso a todos os preços (BAPTISTA; PEREIRA, 2008; GUIMARÃES; ARAÚJO; BARBEDO, 2011).

Porém, ela tem um grave problema, a entrada de um novo valor no período exclui último valor, mantendo sempre o mesmo número de períodos no cálculo (DEBASTIANI, 2008).

Assim, como explica Elder (2004, p. 130):

A MM simples muda duas vezes em resposta a cada dado. Primeiro, muda quando um novo dado entra em seu período de apuração. Isso é bom - queremos que nossa média móvel reflita as mudanças nos preços. O ruim é que a MM muda novamente quando o dado saiu do seu período de apuração. Quando um preço mais alto é abandonado, a MM simples diminui. Quando um preço mais baixo é abandonado, a MM simples aumenta. Essas mudanças não têm nada a ver com a atual realidade do mercado (ELDER, 2004, p. 130).

Como alternativa a resolução desse problema, existe a Média Móvel Exponencial (MME), calculada com a seguinte fórmula:

$$MME_0 = P_0 \cdot \left( \frac{2}{N+1} \right) + MME_1 \cdot \left( 1 - \frac{2}{N+1} \right) \quad (1)$$

Onde  $N$  representa o número de pregões escolhidos para construção do índice, logo seu domínio serão todos os números naturais ( $\mathbb{N}$ ), maiores ou iguais a um ( $N \geq 1$ ).

O questionamento mais comum é como gerar a primeira média, que ainda não tem uma MME anterior. Segundo Elder (2006) nestas situações o cálculo da primeira média móvel deve ser simples, para então, no seguinte preço, se calcular a média móvel exponencial.

Ela reage apenas ao preço que entra, ao qual atribui mais peso, sem descartar nenhum preço antigo, o qual ainda está presente no índice, porém em peso menor. Interessante que até mesmo o primeiro preço fica embutido do índice, mas com uma representatividade muito reduzida (ELDER, 2006; ABE, 2009; GUIMARÃES; ARAÚJO; BARBEDO, 2011).

### 2.3 MACD

Gerald Appel criou o MACD no final da década de sessenta, sendo composto por duas linhas, uma chamada linha rápida, ou linha MACD e outra de linha lenta, ou linha sinal, ou também linha gatilho (DOWSLEY, 2009; VARELLA, 2012).

Assim como as médias móveis, o MACD também é da categoria dos rastreadores de tendência, que estão sempre seguindo uma alteração de movimentos do mercado, logo atrás ao início da mudança.

Correia (2008, p. 181) apresenta uma perspectiva interessante da importância do *Moving Average Convergence Divergence* (MACD):

Todos os mercados do mundo, assim como o mercado de ações, movem-se com base no conceito de procura e oferta. Por isso, quando temos muita procura e pouca oferta, os preços tendem a subir, ao contrário, quando temos pouca procura e muita oferta, os preços tendem a cair. Quanto maior for essa pressão compradora ou vendedora, mais brusca será a mudança nos preços. Tal mudança brusca denominamos volatilidade. Desse modo, uma ação será mais ou menos volátil de acordo com a forma como seu preço muda de um pregão para outro (CORREIA, 2008, p. 181, grifo nosso).

Este indicador é calculado por três médias móveis exponenciais, que representam graficamente duas linhas. A diferença entre duas médias móveis exponenciais gera a linha rápida (LR), enquanto a média móvel exponencial da própria linha rápida gera a linha lenta (LL).

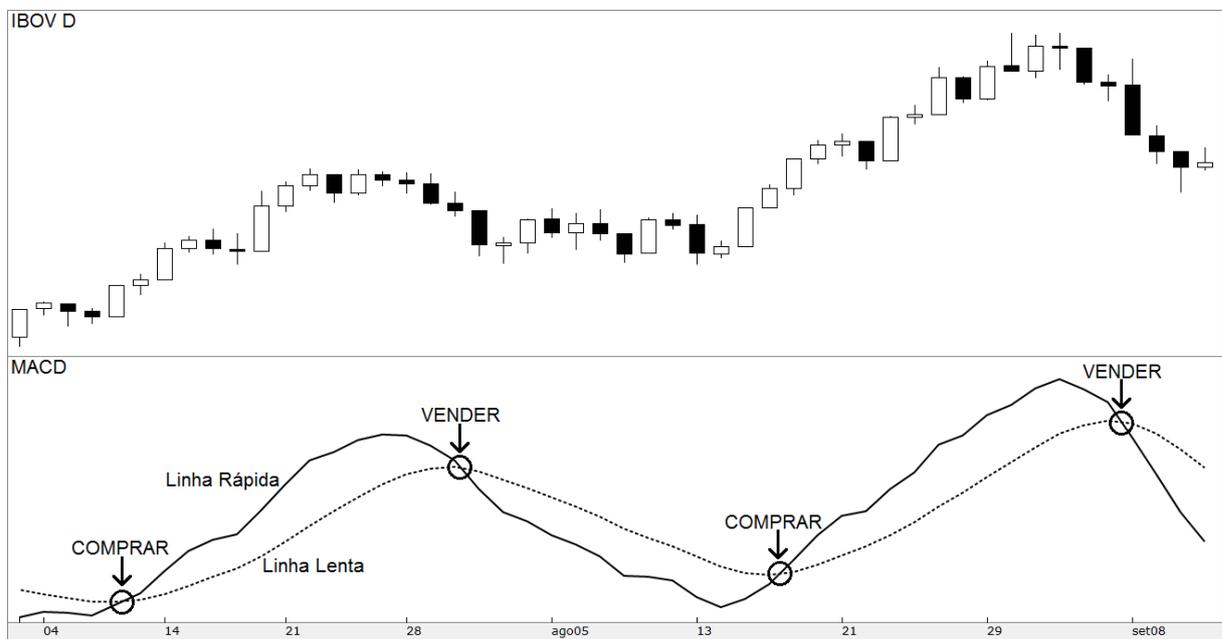
$$\text{Linha Rápida: } LR = MME_{N_1} - MME_{N_2}, \text{ sendo } N_1 < N_2 \quad (2)$$

$$\text{Linha Lenta: } LL = MME \text{ da Linha Rápida}_{N_3} \quad (3)$$

A parametrização mais comum, e a inclusive recomendada por Gerald Appel, criador do indicador, é de  $N_1 = 12$  dias,  $N_2 = 26$  dias e  $N_3 = 9$  dias, essa mesma parametrização será utilizada na etapa prática deste estudo.

Para Elder (2006, p. 111) “a linha rápida reflete o consenso de valor a curto prazo, enquanto a linha lenta reflete o consenso de valor mais duradouro”.

Isso quer dizer que quando a linha rápida cruza a linha lenta para cima os participantes do mercado estão com melhores expectativas, ou seja, é hora de comprar. Já quando a linha rápida cruza a linha lenta para baixo os participantes do mercado estão com expectativas ruins, ou seja, é hora de vender (PENTEADO, 2003; ELDER, 2004; CORREIA, 2008).



**Gráfico 1 – Sinais de Operação com MACD**

Fonte: Produzido com (IT EVOLUTION, 2015)

O Gráfico 1 apresenta o *candlestick* diário do Ibovespa, entre o período de julho a agosto de 2014, ele exemplifica como acontece o cruzamento das linhas e onde acontecem os sinais de operação.

“As linhas MACD seguem tendências e seus cruzamentos marcam reversões de tendências” (ELDER, 2006, p. 111). Conforme Dowsley (2009), o cruzamento das linhas gera sinais de compra e venda, onde antes do cruzamento elas se comportarão de maneira convergente e após de maneira divergente, até a tendência de preço perder força e elas retornarem a convergir.

Portanto, a estratégia de operação escolhida para este trabalho é a indicada na literatura, operar no cruzamento das linhas.

## 2.4 ESTUDOS ANTERIORES

### 2.4.1 Saffi (2003)

Saffi (2003) buscou utilizar testes de habilidade preditiva para verificar a capacidade assertiva dos indicadores de análise técnica, ou para determinar se seus resultados são apenas produto do acaso. Para este teste ele utilizou cinco indicadores: MACD, Médias Móveis, Índice de Força Relativa (IFR), Indicador *William's %R* e Estocástico.

Neste teste foi comparado, através da estatística-t, se a média do excesso de retorno de uma dada estratégia em relação à estratégia *buy and hold* (comprar e manter) é estatisticamente significativa. Foram assim feitas reamostragens através da técnica *bootstraps* e utilizado como teste os Testes de Habilidade Preditiva Superior.

Após a realização dos testes, Saffi (2003) concluiu que os indicadores de análise técnica, incluindo o MACD, não devem ser utilizados para operar em ações, já que estatisticamente, através da habilidade preditiva, seus retornos não garantem ao investidor atingir ganhos significativos além da própria sorte.

### 2.4.2 Vancin (2006)

Vancin (2006) testou o MACD, o Índice de Força Relativo (IFR) e Estocástico em cinco ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo: PETR4, VALE5, BBDC4, TNLP4 e USIM5. De janeiro de 2000 a dezembro de 2005, utilizando como base os gráficos diários dos ativos estudados.

A parametrização utilizada ao MACD foi à clássica (12, 26 e 9 dias), os sinais

de compra e venda para esse indicador também foram os tradicionais, operar no cruzamento das linhas.

Entre os indicadores testados por Vancin (2006), o MACD foi o que apresentou os melhores resultados totais, onde obteve valorização no período de 359%, porém foi o que mais indicou operações, entre elas apenas 43% e 27% retornaram positivas nas pontas compradoras e vendedores.

Apesar da baixa proporção de acertos, a rentabilidade das operações vencedoras do MACD foi superior aos demais indicadores, com uma operação, ações preferenciais da Usiminas, obtendo 526% de valorização entre outubro de 2002 a fevereiro de 2004, enquanto as operações de prejuízo não ultrapassaram 16%. Assim, as muitas perdas ficaram limitadas a pequenos montantes, já os poucos ganhos foram em grandes montantes.

#### 2.4.3 Sachetim (2006)

Sachetim (2006) buscou avaliar a confiabilidade dos indicadores de análise técnica (*Bolliger's Band*, Estocástico Lento, IFR, MACD, Intersecção de Médias e ROC), comparando os resultados dos sinais de compra e venda obtidos através desses indicadores.

Foram aplicados às ações mais negociadas Bolsa de Valores de São Paulo (ACES4, BBDC4, CMIG4, CESP4, ELET3, ITAU4, ITSA4, CSNA3, USIM5, IBOV) entre o período de 1995 e 2005.

Os resultados de Sachetim (2006) indicaram que o MACD e o IFR foram os indicadores que obtiveram, estatisticamente, os maiores valores de lucro percentual líquido. Porém, no percentual de acerto total de compra e venda, o MACD ficou entre os piores em relação aos outros.

Observou também que o MACD apresentou mais operações em média que os outros indicadores, porém, o maior número de sinais de compra e venda gerado pelo indicador faz com que sejam maiores as chances de um sinal falso, evitando que o investidor realize grandes ganhos ou perdas no mercado.

#### 2.4.4 Carvalho, Costa Jr. e Goulart (2008)

Carvalho, Costa Jr. e Goulart (2008) buscaram testar a eficiência do MACD conforme a volatilidade das ações, em 28 papéis, divididos em dois grupos de 14 ações com as de maior liquidez e de menor liquidez, negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo, entre o período de julho de 1994 a julho de 2003.

Para parametrização do indicador se utilizaram de 6 combinações, a original de Appel (12, 26 e 9 dias) e outras cinco parametrizações: (8, 12 e 9 dias), (8, 17 e 9 dias), (40, 60, 9 dias), (40, 85 e 9 dias) e (60, 130 e 9 dias). Utilizou-se o sinal clássico para operar as transações, ou seja, comprar no rompimento para cima e vender no rompimento para baixo.

Eles descobriram que 4 dos 14 papéis com maior índice de liquidez obtiveram retorno anormal em comparação com a estratégia passiva *buy and hold*, já nos de menor liquidez 6 de 14 apresentaram retornos anormais.

Os testes estatísticos sobre as variações de retornos das duas carteiras (maior e menor liquidez) não se mostraram significantes para nenhum dos 28 casos, o que pode indicar, segundo Carvalho, Costa Jr. e Goulart (2008), que os resultados foram devidos meramente ao fator sorte. Assim para amostra adotada, o indicador MACD não conseguiu produzir estratégias economicamente significativas no período.

#### 2.4.5 Vidotto, Migliato e Zambom (2009)

Vidotto, Migliato e Zambom (2009) buscaram analisar a eficácia dos retornos do indicador MACD durante o ano de 2006. Para isso, sortearam cinco entre noventa empresas pertencentes ao Novo Mercado da Bovespa.

Os papéis sorteados através de amostragem aleatória simples foram: BBAS3, EMBR3, NATU3, PRGA3 e WEGE3. As operações ocorreram da maneira clássica, compra e venda nos cruzamentos, durante o ano de 2006, de janeiro a dezembro.

Dentre as empresas analisadas, foi constatado que o MACD é uma ferramenta eficaz, pois proporcionou aos investidores uma rentabilidade média acumulada de 26,7% contra uma rentabilidade média acumulada do Ibovespa de 0,90%. Além disso, os momentos de compra e venda foram em média positivos em 58,3% e negativos em 41,7% das operações indicadas.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

#### 3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

A natureza do objetivo é exploratória, que segundo Gil (2010, p. 27), “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Classifica-se assim pois propõe-se conhecer melhor o funcionamento do MACD quando utilizado como fonte estratégica de compra e venda de ações.

A pesquisa será de cunho teórico e prático. O cunho teórico utilizou o método dedutivo, com viés matemático, o qual para Gil (1999, p. 27), “parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica”. Com esse método foram efetuadas as deduções matemática da fórmula geral do MACD, para compreender melhor como os preços afetam no indicador.

O cunho prático se baseou em dois diversos métodos, o estatístico e o estudo de caso. O método estatístico aplica as técnicas estatísticas da matemática afim de demonstrar “as relações dos fenômenos entre si, e obter generalizações sobre sua natureza, ocorrência ou significado” (MARCONI; LAKATOS, 2009, p. 108). Esse método foi utilizado na primeira etapa da análise prática dos dados.

O estudo de caso foi o segundo método utilizado no cunho prático, que para Gil (2010, p. 37) “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. Utilizou-se na segunda etapa da análise prática, verificando pontualmente como desencadeiam as operações indicadas pelo MACD.

A coleta de dados se baseou em dados primários, eles são gerados por um pesquisador para uma finalidade específica, visando solucionar um problema de pesquisa. São trabalhos originais de pesquisa ou dados brutos, sem interpretação ou pronunciamentos (COOPER; SCHINDLER, 2003). A fonte dos dados será basicamente o preço das ações e a fórmula do indicador, eles ingressarão ao trabalho sem nenhuma interpretação externa prévia.

A abordagem será qualitativa e quantitativa, a diferença entre eles para

Marconi e Lakatos (2011), não reside somente no emprego de instrumentos estatísticos, mas pela forma em que ocorrem a coleta e análise de dados.

A abordagem “qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, [...] fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes e tendências de comportamento” (MARCONI; LAKATOS, 2011, p. 269). Ela será a base tanto da dedução matemática quanto do estudo de caso.

Já na quantitativa, os pesquisadores valem-se de amostras amplas, informações numéricas e aplicam instrumentos estruturados de coleta e análise, principalmente com técnicas estatísticas (MARCONI; LAKATOS, 2011). Será assim a base do método estatístico no trabalho.

## 3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Cumprir os objetivos gerais e específicos requer no presente trabalho a utilização de múltiplos métodos de pesquisa, assim a seguinte seção estará dividida entre os três métodos: método dedutivo matemático, método estatístico e estudo de caso. Serão demonstradas para cada um deles os procedimentos pertinentes a coleta e análise dos dados.

### 3.2.1 Método Dedutivo Matemático

A base de dados da dedução matemática foram as Equações (1), (2) e (3), apresentadas anteriormente no Referencial Teórico. Se buscou, através delas, demonstrar como a chegada de um novo preço impacta na construção da linha lenta e da linha rápida do MACD.

Para a dedução utilizou-se de maneira recorrente os axiomas matemáticos e técnicas como substituição de variáveis, que consiste em alterar expressões complexas de fórmulas afim de facilitar a visualização de sua resolução.

Importante destacar que não há na produção científica nacional, entre livros, artigos científicos, publicações em periódicos ou publicações em congressos, material que aborde os deslindes matemáticos do indicador. Sendo esta investigação um dos objetivos do presente estudo, e um dos resultados demonstrados.

Foram analisadas assim as características matemáticas de cada componente

do indicador (média móvel exponencial, linha rápida, linha lenta e o cruzamento entre as linhas), observando especialmente a forma como os novos preços ingressam nele.

### 3.2.2 Método Estatístico

A coleta de dados dessa etapa iniciou com a construção do indicador MACD para todas as ações pertencentes a carteira de setembro a dezembro do Índice Bovespa em 2014. O cálculo do indicador foi efetuado pelo *software* GrapherOC (QUANTSIS, 2008), em um *candlestick* diário, com parâmetros de 26 e 12 dias para linha rápida e 12 dias para linha lenta.

As operações foram simuladas sempre pelo preço de fechamento no dia do cruzamento entre as linhas. Assim, a compra foi efetuada se no dia anterior a linha rápida era menor que a linha lenta e no dia atual a linha rápida era maior que a linha lenta. Já a venda foi efetuada se no dia anterior a linha rápida era maior que a linha lenta e no dia atual a linha rápida era menor que a linha lenta.

Para seleção tempestiva foi utilizado o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2014. Porém, quando a primeira operação recomendada no ano de 2014 era de venda foi efetuada a última indicação de compra em 2013. Da mesma maneira, quando a última recomendação de 2014 era de compra foi efetuada a primeira indicação de venda em 2015. Foi utilizado esse critério com vistas a não negligenciar qualquer indicação de operação do MACD no intervalo selecionado.

Todos custos de transação foram desconsiderados (corretagem, emolumentos, taxa de custódia, imposto de renda etc) diante da dificuldade de determinar valores precisos frente a realidade do mercado, já que variam conforme a corretora, o perfil do investidor, quantidade investida e operada, podendo até mesmo assumir caráter fixo ou variável no caso dos custos de corretagem.

Assim, foi coletado a data em que ocorreram, a duração de tempo que tiveram, os preços em que se praticaram e a variação percentual de rentabilidade de cada uma das operações.

A análise desses dados deu-se de duas maneiras, na primeira foram retiradas conclusões gerais sobre o comportamento do indicador para toda amostra enquanto na segunda houve uma separação da amostra por tendências.

O mercado não comporta-se na prática ordenadamente como descrito na

literatura. Apesar de serem catalogadas três tendências principais (alta, lateral e baixa) nem todas as ações descrevem apenas uma dessas tendências por um ano inteiro.

Deparou-se assim com sinais de reversão no recorte de tempo efetuado. Houve ações que iniciaram em tendência de alta e lateralizaram, ou caíram, outras iniciaram em tendência lateral e subiram, entre outras.

Logo, para classificação mais precisa adotou-se a seguinte categorização das tendências:

- Alta (A): Caracterizado por nítida tendência de alta durante todo período;
- Baixa (B): Caracterizado por nítida tendência de baixa durante todo período;
- Lateral (L): Caracterizado por nítida tendência lateral durante todo período;
- Alta-Baixa (AB): Caracterizado pela reversão da tendência de alta para baixa ou baixa para alta durante o período;
- Alta-Lateral (AL): Caracterizado pela reversão da tendência de alta para lateral ou lateral para alta durante o período;
- Baixa-Lateral (BL): Caracterizado pela reversão da tendência de baixa para lateral ou lateral para baixa durante o período;
- Alta-Baixa-Lateral (ABL): Caracterizado pela ocorrência das três tendências em diversas ordens no período.

As duas maneiras, tanto a geral quanto a categorizada por tendência, utilizaram de média e desvio padrão amostral para analisar as relações entre quantidade de operações, seus retornos e durações.

### 3.2.3 Estudo de Caso

A amostragem do estudo de caso foi intencional, ou seja, a escolha foi feita de maneira subjetiva por conta de características específicas da amostra.

Através da classificação utilizada no método estatístico, foi encontrado uma ação que representasse nítida tendência de alta, outra com nítida tendência de baixa, outra com nítida lateralização e por fim, outra que apresentasse, de maneira bem definida, as três reversões de tendência.

O MACD foi construído com auxílio do *software* IT Evolution (2015), em gráficos de *candles* diários durante o ano de 2014, sendo coletados e apresentados

também os dados de data, duração, preço e rentabilidade das operações.

O foco da análise foi a relação entre a variação dos *candles* e o movimento de convergência ou divergência das duas linhas do MACD. Observando a duração de dias e a variação percentual do retorno.

Assim, buscou-se descrever pontualmente como o indicador comporta-se em cada uma das tendências e reversões, a partir de que movimentações nos preços ele recomenda suas operações e como acontecem seus cruzamentos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Afim de facilitar a compreensão dos dados, e cumprir adequadamente os objetivos propostos, o presente capítulo foi dividido em duas seções: uma com viés teórico e outra com abordagem prática.

Na primeira foi abordado matematicamente o índice, onde se analisou cada elemento que o compõe e como o preço impacta em seu resultado, utilizando uma investigação dedutiva nas fórmulas.

A seção matemática foi dividido em quatro partes, em cada uma delas se abordou acepções sobre os principais elementos que compões o indicador MACD, passando pela média móvel exponencial (MME), linha rápida (LR), linha lenta (LL) e pelo sinal de operação, o cruzamento das linhas.

Na segunda foi apresentado os resultados empíricos, obtidos através das operações recomendadas pelo indicador. Esta divide-se em três partes, a primeira aborda questões estatísticas de cunho geral, a segunda questões estatísticas relacionadas as tendências, e a última, estudos de caso com ações em nítida tendência.

### 4.1 FUNCIONAMENTO MATEMÁTICO DO MACD

Antes de serem criados, os indicadores técnicos são idealizados, não da mesma maneira que as fórmulas físicas e naturais, nelas o pesquisador observa seu objeto de estudo, cataloga suas variáveis, experimenta, altera alguma variável e experimenta novamente, a partir dessa repetida série de medições e experimentações ele extrai uma fórmula, que se reproduzida sobre as mesmas condições trará os resultados previstos.

Porém, o mercado de ações é formado por um conjunto social, nele não há maneira de determinar todas as variáveis ou alterá-las. Logo, é impossível retirar fórmulas que predigam o futuro e acertem precisamente.

Por isso, todo indicador técnico nada mais é do que um conceito, uma ideologia. Seu criador imagina um determinado padrão, e acredita que quando os eventos dele acontecerem o mercado responderá com uma alta ou uma baixa.

O MACD também busca um padrão de preços, sua ideia central é a de que toda maratona inicia com os primeiros passos, melhor então apostar no corredor que sai com mais vigor na frente.

O indicador acredita que toda tendência com vinte ou trinta por cento de alta iniciou singelamente, em um ou dois por cento. Para ele, as altas mais comuns do mercado acontecem um centavo atrás do outro.

Portanto, o Macd procura pelos papéis que vem atingindo no curto prazo variações maiores que descreviam historicamente. Logo, se o preço eleva mais rápido no curto prazo que no longo: é hora de comprar; se cai mais rápido no curto que no longo: é hora de vender.

Essa acepção ideal é projetada matematicamente com maestria por Gerald Appel, que desenvolve um indicador com duas linhas, a partir de três médias móveis exponenciais, obedecendo as Equações (2) e (3), apresentadas originalmente no Referencial Teórico e retranscritas para facilitar a visualização:

$$\text{Linha Rápida: } (LR) = MME_{N_1} - MME_{N_2}, \text{ sendo } N_1 < N_2 \quad (2)$$

$$\text{Linha Lenta: } (LL) = MME \text{ da Linha Rápida}_{N_3} \quad (3)$$

Sendo o MACD um padrão que resulta de uma fórmula, os seguintes itens procuram verificar como ele funciona matematicamente e a maneira que são acionados seus sinais de operação.

#### 4.1.1 Média Móvel Exponencial e a Relevância dos Preços

Apesar de pequena, a fórmula do Macd remete a uma longa cadeia de preços, onde cada Média Móvel Exponencial (MME) carrega em si o valor histórico de todos os preços de fechamento já efetuados pelo papel, diferente da Média Móvel Simples que exclui os valores antigos em detrimento dos novos.

O interessante na MME é que cada preço tem um peso diferente para a média final, uma relevância diversa, assim os valores novos recebem uma porcentagem maior de importância que os valores antigos.

Para entender a relevância que cada preço tem na construção da Média Móvel Exponencial, analisaremos sua fórmula, apresentada anteriormente no

Referencial Teórico, pela Equação (1), retranscrita:

$$MME_0 = P_0 \cdot \left( \frac{2}{N+1} \right) + MME_1 \cdot \left( 1 - \frac{2}{N+1} \right) \quad (1)$$

Sendo  $N$  o número de pregões escolhidos para construção do índice, seu domínio serão todos os números naturais ( $\mathbb{N}$ ), maiores ou iguais a um ( $N \geq 1$ ).

Observa-se, que a soma dos multiplicadores da fórmula acima será sempre 1, como segue:

$$\left( \frac{2}{N+1} \right) + \left( 1 - \frac{2}{N+1} \right) = \left( \frac{2}{N+1} \right) - \left( \frac{2}{N+1} \right) + 1 = 1$$

Ou seja, os dois multiplicadores se complementam em torno do 1. Logo, cada um desses termos representa uma determinada porcentagem. Ao se elevar a relevância do preço de hoje ( $P_0$ ), se retira relevância do histórico de preços.

Com  $N = 3$  a relevância do preço atual é de 50%, a mesma dos valores históricos:

$$MME_0 = P_0 \cdot \left( \frac{2}{3+1} \right) + MME_1 \cdot \left( 1 - \frac{2}{3+1} \right) = P_0 \cdot (0,5) + MME_1 \cdot (0,5)$$

Conquanto, com  $N = 4$ , a relevância do preço atual reduz para 40%, elevando a dos preços históricos para 60%:

$$MME_0 = P_0 \cdot \left( \frac{2}{4+1} \right) + MME_1 \cdot \left( 1 - \frac{2}{4+1} \right) = P_0 \cdot (0,4) + MME_1 \cdot (0,6)$$

Extraí-se outra observação importante dos exemplos anteriores, quanto maior o valor de  $N$ , menor é o peso que o preço de hoje tem no indicador. Como se observa com  $N = 10$ :

$$MME_0 = P_0 \cdot \left( \frac{2}{10+1} \right) + MME_1 \cdot \left( 1 - \frac{2}{10+1} \right) = P_0 \cdot (0,18) + MME_1 \cdot (0,81)$$

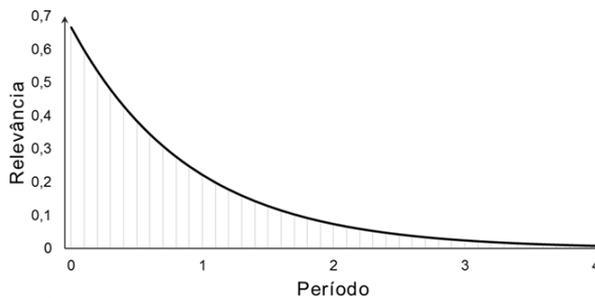
Logo, com três períodos a relevância do preço atual é de 50%, com quatro ela cai para 40% e, com dez, reduz para pouco mais de 18%. Isso porque, quanto mais períodos escolhe-se para a Média Móvel Exponencial, menor será o impacto do preço atual e maior dos preços anteriores.

Com auxílio de algumas deduções, demonstradas no Apêndice A, pode-se encontrar uma fórmula padrão para a relevância que os preços de um determinado período tem na construção da MME:

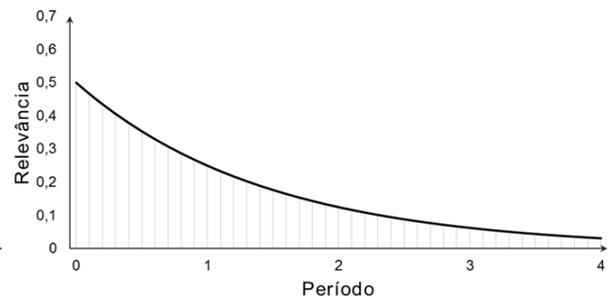
$$Relevância_p = \left( \frac{2}{N+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{N+1} \right)^p \quad (4)$$

Onde  $p$  representa o período que se deseja determinar a relevância de um  $N$  determinado. Assim,  $p(0)$  retorna a relevância do preço de hoje,  $p(1)$  a relevância do preço de ontem,  $p(2)$  do preço de anteontem,  $p(20)$  de 20 dias atrás e  $p(n)$  a relevância do preço do  $n$ ésimo dia.

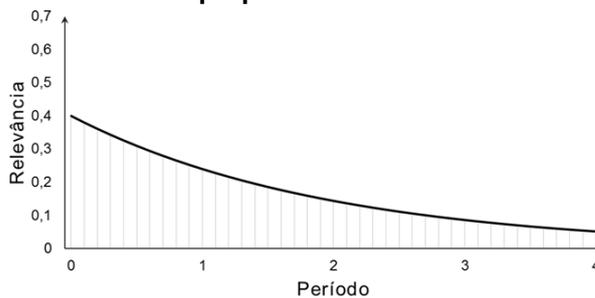
Plotando essa fórmula em diversos parâmetros de  $N$  obtêm-se os Gráficos 2, 3, 4 e 5. Neles fica claro como um período  $N$  menor aumenta a relevância do preço atual, enquanto períodos maiores de  $N$  diminuem a relevância do primeiro preço e aumenta dos demais.



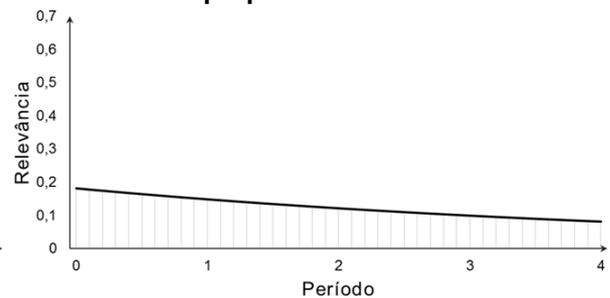
**Gráfico 2 – Relevância dos preços com N=2**  
Fonte: Autoria própria



**Gráfico 3 – Relevância dos preços com N=3**  
Fonte: Autoria própria



**Gráfico 4 – Relevância dos preços com N=4**  
Fonte: Autoria própria

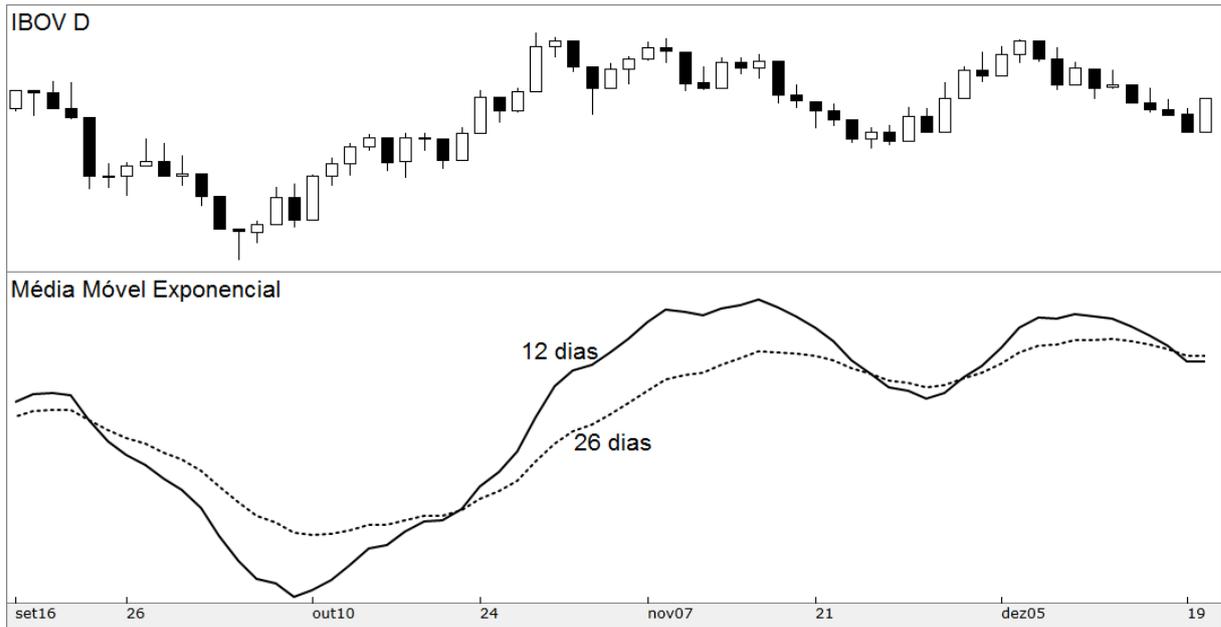


**Gráfico 5 – Relevância dos preços com N=10**  
Fonte: Autoria própria

Essa relação influencia diretamente as MME no gráfico de preços em *candle*, como demonstra o Gráfico 6, onde foram traçadas MME de 12 (linha contínua) e 26 (linha pontilhada) dias, nos valores do Índice Bovespa entre setembro e dezembro de 2011.

Enquanto a linha de 12 dias sofre variações maiores, a de 26 dias é mais suave, isso acontece exatamente por conta dos novos valores alterarem mais significativamente a linha com um número de períodos menor.

Compreender como os valores impactam na média móvel exponencial é fundamental para entender a essência embutida no MACD, já que quanto menor for o período, mais sensível será a linha traçada.



**Gráfico 6 – Média Móvel Exponencial de 12 e 26 dias**

Fonte: Produzido com IT Evolution (2015)

#### 4.1.2 Linha Rápida e seu Deslocamento Sensível

Pela Equação (2), que calcula a Linha Rápida (LR) do MACD, vê-se que esta linha é composta não simplesmente por uma MME, mas pela subtração de duas MME de diferentes períodos.

Isso altera significativamente a maneira como os novos preços interferem na relevância da construção do indicador. Assim, a Equação (4) sofre uma pequena adaptação, assumindo a seguinte forma:

$$Relevância LR_p = \left( \frac{2}{N_1 + 1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{N_1 + 1} \right)^p - \left( \frac{2}{N_2 + 1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{N_2 + 1} \right)^p \quad (5)$$

Como  $N_1$  é menor que  $N_2$ , os valores mais atuais do preço tem uma relevância maior no primeiro termo (relativo ao  $N_1$ ) que no segundo (relativo ao  $N_2$ ) da subtração da Equação (5), da mesma forma, os valores mais antigos tem relevância menor no primeiro termo (de  $N_1$ ) que no segundo (de  $N_2$ ).

Logo, até determinado período, os valores da relevância do preço serão positivos, já que o primeiro termo da subtração será maior que o segundo, conquanto a partir desse período, a relevância da LR será negativa.

As demonstrações contidas no Apêndice B indicam que, para parametrização de  $N_1(12)$  e  $N_2(26)$  (a mais comum e difundida no mercado), até o nono preço mais recente, os valores tem relevância positiva, a partir dele, até o primeiro preço efetuado

pelo papel, a relevância torna-se negativa. A Tabela 1 demonstra essa relação.

**Tabela 1 – Relevância dos Períodos na Linha Rápida**

| Período ( $p$ ) | Relevância | Período ( $p$ ) | Relevância |
|-----------------|------------|-----------------|------------|
| 0               | 0,0798     | 21              | -0,0101    |
| 1               | 0,0616     | 22              | -0,0097    |
| 2               | 0,0466     | 23              | -0,0093    |
| 3               | 0,0344     | 24              | -0,0089    |
| 4               | 0,0244     | 25              | -0,0085    |
| 5               | 0,0163     | 26              | -0,0080    |
| 6               | 0,0098     | 27              | -0,0076    |
| 7               | 0,0046     | 28              | -0,0072    |
| 8               | 0,0004     | 29              | -0,0067    |
| 9               | -0,0028    | 30              | -0,0063    |
| 10              | -0,0054    | 31              | -0,0059    |
| 11              | -0,0073    | 32              | -0,0056    |
| 12              | -0,0087    | 33              | -0,0052    |
| 13              | -0,0097    | 34              | -0,0049    |
| 14              | -0,0104    | 35              | -0,0046    |
| 15              | -0,0108    | 36              | -0,0043    |
| 16              | -0,0110    | 37              | -0,0040    |
| 17              | -0,0110    | 38              | -0,0037    |
| 18              | -0,0109    | 39              | -0,0035    |
| 19              | -0,0107    | 40              | -0,0032    |
| 20              | -0,0104    | ...             | ...        |

**Fonte: Autoria própria**

**Nota: Calculado pela Equação (5) com  $N_1 = 12$  e  $N_2 = 26$**

Observa-se na Tabela 1 como, até o oitavo período ( $p$ ), que representa o nono preço, a relevância é positiva, após esse preço ela começa a ficar negativa.

Apesar disso, há uma proporcionalidade de metade para cada um dos lados, positivo e negativo, já que o somatório da relevância entre os valores positivos é exatamente igual ao dos negativos.

Como se demonstra pelo somatório dos períodos de 0 a 8, referentes a relevância positiva:

$$\sum_{p=0}^8 \left( \frac{2}{12+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{12+1} \right)^p - \left( \frac{2}{26+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{26+1} \right)^p \approx 0,277895454$$

E dos nove períodos ao infinito, referentes a relevância negativa:

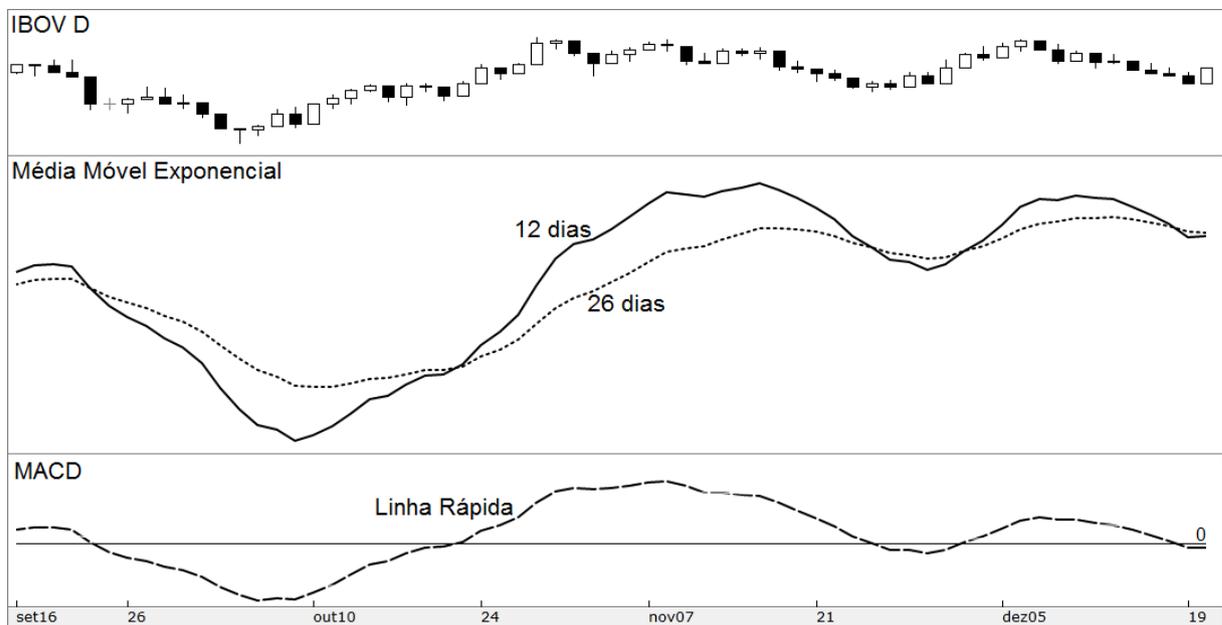
$$\sum_{p=9}^{\infty} \left( \frac{2}{12+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{12+1} \right)^p - \left( \frac{2}{26+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{26+1} \right)^p \approx 0,277895454$$

Assim, ao contrário do que acontece quando se utiliza apenas uma Média Móvel Exponencial, a proporção de relevância total é a mesma tanto para os que somam positiva, quanto negativamente.

Portanto, a soma da distribuição das relevâncias dos nove primeiros dias, feita positivamente, é o mesmo resultado que a soma dos infinitos termos a partir do décimo em diante, de maneira negativa.

Assim, o período atual tem grande impacto na construção do indicador, mas os valores antigos não são esquecidos, porém sofrem grande relativização, adquirindo proporções cada vez menores.

O Gráfico 7 apresenta as duas MME de 12 (linha pontilhada) e 26 (linha contínua) dias e a LR (linha tracejada), apresentando como a redução das MME geram a LR.



**Gráfico 7 – Construção da Linha Rápida do MACD**

Fonte: Produzido com IT Evolution (2015)

Sendo a linha rápida a subtração entre a média móvel exponencial de 12 e 26 dias, quando as duas médias se cruzam a linha rápida está no valor zero, quando os preços a curto prazo se elevam, ocorre o deslocamento da MME de 12 períodos a uma velocidade superior que a de 26 períodos, elevando a linha rápida do MACD. A mesma lógica acontece quando os preços a curto prazo caem.

Assim, quando a MME de 12 dias está maior que a de 26 dias a LR encontra-se em seu valor positivo, acima da linha zero; também o inverso é verdadeiro, quando a MME de 12 dias está abaixo da de 26 dias, a LR está abaixo da linha zero.

Essa é a construção matemática da ideologia de Appel, o padrão que ele quer identificar é de ações que os preços vem subindo atualmente mais historicamente.

#### 4.1.3 Linha Lenta como Sinal de Estabilidade

A linha lenta (LL), também nomeada de linha de sinal ou linha gatilho, é quem gera a estabilidade do indicador, demonstrando historicamente como os preços se comportaram.

Enquanto a LR se constrói com a lógica de identificar os valores que alteraram no curto prazo, a LL segue outra projeção, calcula a média móvel exponencial dos valores obtidos com a própria linha rápida.

Como trata-se de média móvel exponencial, as demonstrações aplicam-se também a linha lenta, quanto maior o valor de  $N$ , menos o preço atual reflete no indicador.

Porém, nela há um detalhe diverso, enquanto a LR condiciona pesos diretamente aos preços de fechamento, a LL relativiza os valores obtidos na própria LR. Ao detalhar-se na Equação (3), pode-se facilmente deduzir uma construção matemática mais detalhada, como apresentado pela Equação (6).

$$LL = LR_0 \cdot \left( \frac{2}{N+1} \right) + MME_{LR_1} \left( 1 - \frac{2}{N+1} \right) \quad (6)$$

Sendo assim, o preço de um determinado período, que foi ponderado na LR, sofre uma reponderação para integrar a LL. O Apêndice C apresenta a dedução matemática da MME de uma MME afim de encontrar uma fórmula geral do impacto do preço sobre a linha lenta.

Eis que o MACD é a subtração de duas MME, logo há necessidade de uma adaptação da dedução presente no Apêndice C, ficando assim transcrita a Equação (7), referente a relevância de um determinado período ( $p$ ) na LL.

$$\begin{aligned} \text{Relevância } LL_p = & YA \cdot \underbrace{(X^{p-0} \cdot B^0 + X^{p-1} \cdot B^1 + X^{p-2} \cdot B^2 + \dots + X^{p-p} \cdot B^p)}_{p \text{ vezes}} - \\ & - JA \cdot \underbrace{(K^{p-0} \cdot B^0 + K^{p-1} \cdot B^1 + K^{p-2} \cdot B^2 + \dots + K^{p-p} \cdot B^p)}_{p \text{ vezes}} \end{aligned} \quad (7)$$

Com  $Y = 2/(N_1 + 1)$ ,  $X = 1 - 2/(N_1 + 1)$ ,  $J = 2/(N_2 + 1)$ ,  $K = 1 - 2/(N_2 + 1)$ ,  $A = 2/(M + 1)$  e  $B = 1 - 2/(M + 1)$ . Sendo  $N_1 < N_2$  e pertencentes ao número de pregões escolhidos para construção da LR,  $M$  ao número de pregões escolhidos para construção da LL, todos naturais ( $\mathbb{N}$ ) e maiores ou iguais a um ( $\geq 1$ ).

Esta equação é de todo interessante, primeiro pelo motivo já exposto de reponderar o preço presente na LR e segundo porque é variável quanto ao número de seus termos, logicamente não poderia ser diferente.

Quando um novo preço ( $P_0$ ) entra no cálculo do MACD, ele é alocado na construção da LR, conforme a Equação (2), e é utilizado para formar a LL, então dada entrada de outro novo preço, transforma-se em  $P_0$  em  $P_1$ . Eis que no cálculo da LL, após esse novo ingresso,  $P_1$  estará presente tanto na  $LR_0$ , quanto na  $LR_1$

Na  $LR_0$  ele será o segundo preço, enquanto na  $LR_1$  será o primeiro preço, assim em cada uma delas o mesmo preço recebe uma ponderação diferente. Logo, cada um dos termos da Equação (7) representa uma ponderação sofrida pelo preço. Quanto mais antigo o preço mais termos terá na sua construção.

A Tabela 2 calcula, com a parametrização de 12 e 26 dias para a LR e 9 dias para a LL, a relevância dos quarenta primeiros termos na construção da LL. Nela pode-se observar como até o 13º período ( $p$ ), referente ao 14º dia, a relevância é positiva, enquanto a partir dele a relevância é negativa.

**Tabela 2 – Relevância dos Períodos na Linha Lenta**

| Período ( $p$ ) | Relevância | Período ( $p$ ) | Relevância |
|-----------------|------------|-----------------|------------|
| 0               | 0,0160     | 21              | -0,0088    |
| 1               | 0,0251     | 22              | -0,0090    |
| 2               | 0,0294     | 23              | -0,0090    |
| 3               | 0,0304     | 24              | -0,0090    |
| 4               | 0,0292     | 25              | -0,0089    |
| 5               | 0,0266     | 26              | -0,0087    |
| 6               | 0,0233     | 27              | -0,0085    |
| 7               | 0,0195     | 28              | -0,0082    |
| 8               | 0,0157     | 29              | -0,0079    |
| 9               | 0,0120     | 30              | -0,0076    |
| 10              | 0,0085     | 31              | -0,0073    |
| 11              | 0,0054     | 32              | -0,0069    |
| 12              | 0,0025     | 33              | -0,0066    |
| 13              | 0,0001     | 34              | -0,0063    |
| 14              | -0,0020    | 35              | -0,0059    |
| 15              | -0,0038    | 36              | -0,0056    |
| 16              | -0,0052    | 37              | -0,0053    |
| 17              | -0,0064    | 38              | -0,0050    |
| 18              | -0,0073    | 39              | -0,0047    |
| 19              | -0,0080    | 40              | -0,0044    |
| 20              | -0,0085    | ...             | ...        |

**Fonte: Autoria própria**

**Nota: Calculado pela Equação (7) com  $N_1 = 12$ ,  $N_2 = 26$  e  $M = 9$**

Porém, ao contrário do constante na Tabela 1, os valores positivos crescem até um período máximo, de 3 períodos (ou 4 dias), e reduzem gradativamente até o

décimo quarto dia, a partir dele a relevância torna-se negativa.

Da mesma forma que na relevância da LR, o somatório de todas as relevâncias positivas é igual ao somatório de todas as relevâncias negativas.

Assim, a soma do período 0 até 13:

$$\sum_{p=0}^{13} \text{Equação (7)} \approx 0,243621975$$

E a partir do 14 até o infinitesimal período:

$$\sum_{p=14}^{\infty} \text{Equação (7)} \approx 0,243621975$$

Da mesma maneira que na LR, a LL também mantém a mesma proporcionalidade entre valores positivos e negativos. Porém, o somatório proporcional aos positivos ou negativos é menor na LL que na rápida.

O Gráfico 8 apresenta as duas linhas que compõe o MACD, nos *candles* do gráfico diário do Ibovespa no período de agosto a dezembro de 2008.

Nele se observa como a LR (linha contínua) é mais sensível as variações de preço, enquanto a LL (linha tracejada) é mais estável a essas variações, apresentado menos curvas e com picos e fundos menores.



**Gráfico 8 – Indicador MACD**

Fonte: Produzido com IT Evolution (2015)

Sua menor sensibilidade se deve ao fato do valor atual da relevância, que adquire menos importância na LL que na LR. Conquanto, ela não atinge os picos e fundos da LR porque o somatório das relevâncias é menor para ela que na LR.

Esse conjunto de fatores gera uma linha que representa a estabilidade histórica dos preços, uma linha que não é tão sensivelmente alterada pelos preços novos e que distribui mais paritariamente a relevância aos preços históricos.

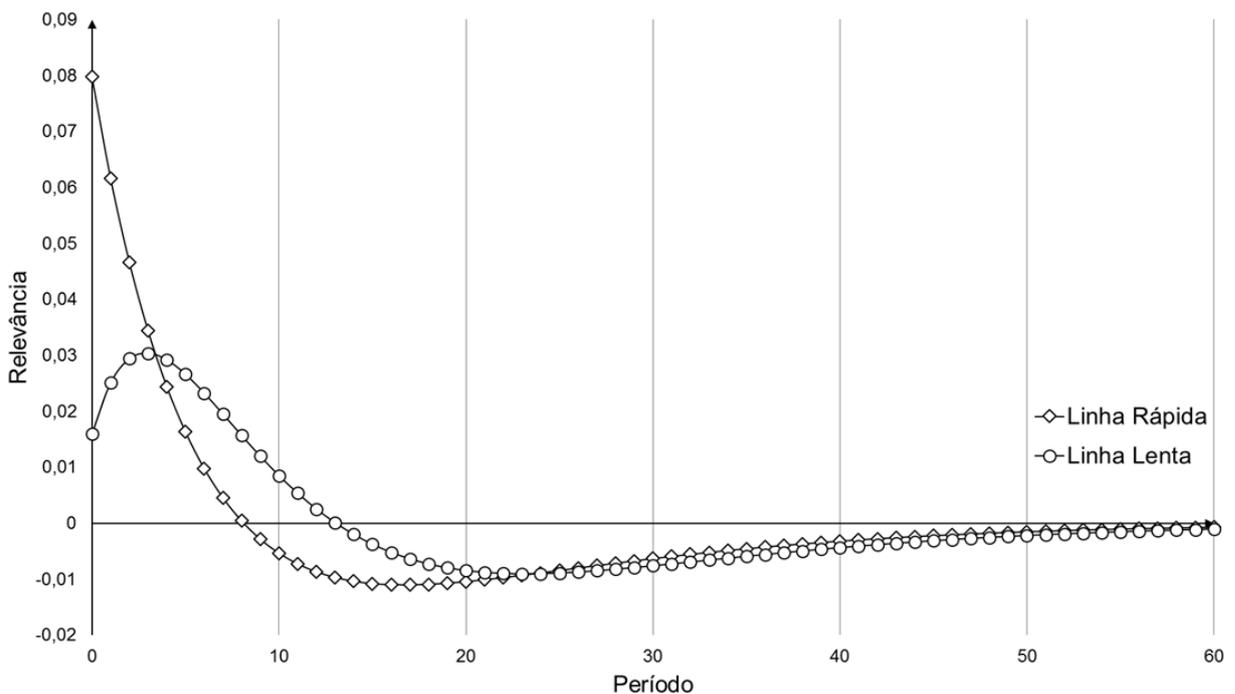
#### 4.1.4 Cruzamento das Linhas como Indicador de Operação

O cruzamento das linhas é um sinal extremamente claro, conforme se observa no Gráfico 1, presente no Referencial Teórico.

Um rompimento da linha rápida para cima indica que os valores atuais tem crescido a uma taxa superior a histórica, ou seja, o padrão de compra se realizou. Já um rompimento para baixo indica que os valores dos últimos períodos tem decaído a uma velocidade maior que a histórica, logo, o padrão de venda se realizou.

Uma das grandes vantagens presentes no MACD e um dos principais motivos de sua popularidade é que ele apresenta de maneira bem objetiva seus sinais de operação. O investidor identifica rapidamente se as linhas estão se cruzando, ou se cruzaram a pouco tempo.

Apesar de o indicador gerar duas linhas, a fonte de coleta dos dados é a mesma, os preços de fechamento da ação. O Gráfico 9 demonstra como, mesmo com a mesma base de construção, a relevância gera duas linhas diversas.



**Gráfico 9 – Comparação entre as Relevâncias da Linha Rápida e da Linha Lenta**  
**Fonte: Autoria Própria**

As duas são diversas pela relevâncias que cada preço tem nas suas linhas. O primeiro preço, por exemplo, tem grande impacto na LR, enquanto tem impacto menor na LL. Ora, se ele for um grande *candle* de alta, deslocará mais a LR que a LL.

Aliás, apenas três ou quatro períodos depois, esse *candle* terá a mesma relevância na LL e na LR, porém, nesse procedimento outros preços já foram integrados na LR e já deslocaram ela com mais velocidade.

No longo prazo as duas linhas trabalham de maneira muito parecida, levam os preços o mais próximo possível da relevância zero, mas nunca a atingem. Assim, mesmo o primeiro preço diário de fechamento efetuado pelo papel, que pode estar no mercado a mais 20 anos, é calculado e atribuído determinado peso, pequeno, mas a soma da relevância desses preços históricos impacta no indicador.

Conceitualmente, quando ocorre o cruzamento da LR acima da LL, o MACD está dizendo que os compradores estão ficando mais otimistas quanto ao papel, estão começando a adquirir mais que os vendedores estão desejosos de se desfazer, portanto, seu valor está subindo.

Quando a situação se inverte, a LR rompe para baixo a LL, o MACD está dizendo que as pessoas não estão mais confiantes naquele ativo, que ele não representa mais suas expectativas, por isso ele vem caindo mais rápido do que vinha acontecendo historicamente.

Logo, sabendo que os preços variam por conta das expectativas de compra e venda dos negociantes, puramente lei da oferta e da demanda, da eterna luta entre touros e ursos, Gerald busca encontrar o momento em que os compradores conseguem mais força que os vendedores e empurram os preços ao alto, idealizando que continuarão com a força aplicada e os valores continuarão subindo.

Consegue assim explorar a matemática de maneira sublime ao desenvolver o MACD, porém, os testes práticos não apresentaram a mesma correspondência ideológica.

## 4.2 RESULTADOS EMPÍRICOS

Coletou-se as amostras de todas as ações pertencentes ao Índice Bovespa em 2014, e aplicou-se o MACD com a parametrização mais comum, de 12 e 26 dias para LR e 9 dias para LL.

Foram efetuadas todas as operações recomendadas pelo indicador no período selecionado, conforme descrito na Metodologia da Pesquisa.

A presente seção está dividida em três partes, na primeira serão apresentadas estatisticamente questões de cunho genérico sobre os resultados, na segunda a abordagem será estatisticamente quanto as tendências e na terceira estudos de caso com ações em nítida tendência e reversão no ano de 2014.

#### 4.2.1 Questões gerais

Foi muito objetivo operar com o MACD, o indicador oferece sinais precisos de compra e venda, é simples observar duas linhas e no momento em que elas se cruzam efetuar a operação.

Porém, essa objetividade tem um custo: a quantidade de operações. Os dados da Tabela 3 demonstram o número de operações indicadas pelo MACD e com quantas obteve-se retorno positivo ou negativo.

**Tabela 3 – Quantidade de Operações Indicadas pelo MACD**

| <b>Retorno</b> | <b>Quantidade de Operações</b> | <b>Porcentagem</b> |
|----------------|--------------------------------|--------------------|
| Positivo       | 222                            | 28,61%             |
| Negativo       | 550                            | 70,88%             |
| Neutro         | 4                              | 0,52%              |
| Total          | 776                            | 100%               |

**Fonte: Autoria Própria**

Da mesma maneira que os trabalhos de Vancin (2006) e Sachetim (2006), surpreende a grande quantidade de operações que ele recomendou durante o período de um ano. Especialmente, a quantidade de operações com retorno negativo, essas falhas representam aproximadamente 70% do total indicado.

Ideologicamente, uma variação positiva rápida dos preços mais recentes pode indicar o início de uma tendência de alta, na prática, ressalvadas as limitações amostrais, em apenas 30% das situações isso aconteceu.

A Tabela 4 apresenta a média e o desvio padrão ( $\sigma$ ) do retorno e do tempo das operações.

Apesar da quantidade de operações negativas ser superior as positivas (Tabela 3), a média dos retornos é superior quando a operação gera lucro que

**Tabela 4 – Retornos e Tempos das Operações Indicadas pelo MACD**

| Retorno  | Retorno (%) |          | Duração (dias) |          |
|----------|-------------|----------|----------------|----------|
|          | Média       | $\sigma$ | Média          | $\sigma$ |
| Positivo | 7,40%       | 7,21%    | 19,95          | 8,29     |
| Negativo | -5,03%      | 3,62%    | 8,31           | 6,08     |
| Neutro   | 0,00%       | –        | 11,25          | 3,30     |
| Total    | -1,44%      | 7,46%    | 11,66          | 8,57     |

**Fonte: Autoria Própria**

prejuízo (Tabela 4), não superior ao ponto da média total ser positiva, mas levemente superior.

O desvio padrão ( $\sigma$ ) sobre o retorno médio apresenta significativa diferença, nas operações de prejuízo esta dispersão estatística demonstra menos da metade das com lucro. O MACD é capaz de, verificando o retorno negativo, sair o mais rápido possível da operação, afim de evitar montantes significativos de prejuízo. Quando ocorre o acerto da indicação, ele é capaz de manter-se comprado até o fim da expectativa de alta.

Por isso a dispersão dos valores de prejuízo é menor, o MACD não deixa o operador sofrer com grandes perdas, e permite que ele desfrute de variações maiores, até terminar a expectativa de alta, no caso de acertar a operação.

O tempo é decorrência dessa análise, na Tabela 4 estão apresentados os tempos médios, notável é a diferença entre as operações de lucro e prejuízo. Nas de lucro o indicador permite acompanhar tempos maiores, enquanto nas de falhas apresentam médias bem menores. A mesma relação acontece com o  $\sigma$ , já que as maiores dispersões estão nas operações de sucesso.

No Apêndice B e na subseção 4.1.2 foram demonstrados como um preço novo impacta a relevância positiva do indicador por nove dias. Eis que a média das operações com falha é 8,31 dias.

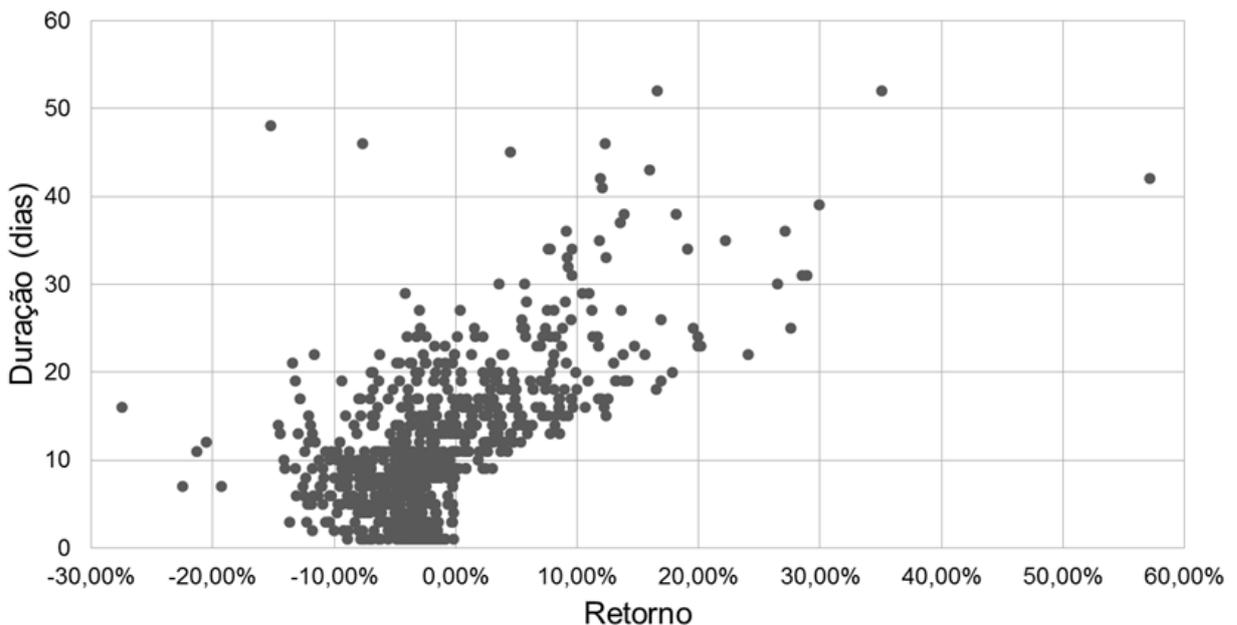
Se um ou dois *candles* com forte variação positiva ocorrem numa sequência de preços eles impactarão por nove dias o indicador, por nove dias eles estarão deslocando a LR acima da LL.

Apenas a partir do nono dia é que eles iniciarão a ter relevância negativa (Tabela 1), não é de espantar-se então que a média dos retornos negativos seja próxima a esse valor.

Esse é o calcanhar de Aquiles do MACD, a soma de indicações de várias

operações com esperar em média por volta de nove dias para sair de uma operação com retornos negativos pode acarretar em sérios prejuízos ao investidor.

O Gráfico 10 relaciona tempo de operação com retorno obtido. Nele cada operação é representada como um ponto, com a união de todas as operações gera uma nuvem de pontos.



**Gráfico 10 – Nuvem de Pontos entre Retorno e Duração das Operações**  
**Fonte: Autoria própria**

Para os retornos negativos, com rentabilidade menor que 0%, a maior concentração de pontos está entre 0 a 10 dias. O quadrado relacionado a este tempo e de 0 a -10% de retorno está quase que completamente preenchido. É nesse intervalo de tempo e retorno que acontecem a maioria das operações de prejuízo.

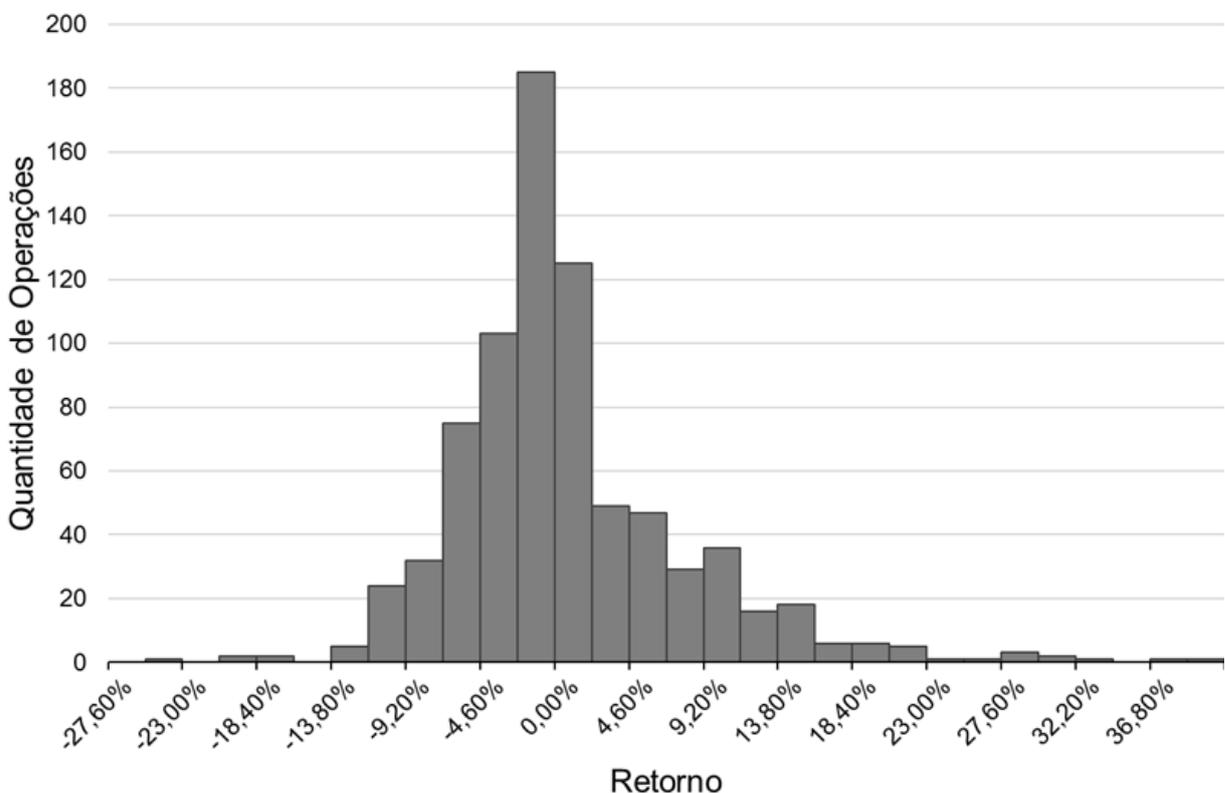
Porém, isso não significa que elas restrinjam-se a esse intervalo, ao contrário, em 10 a 20 dias observa-se uma concentração menor, mas considerável, de operações que continuam trazer prejuízos. A partir dali, as operações de prejuízo já são perceptivelmente menores, com apenas três que duraram mais de 40 dias.

As operações com lucro, de rentabilidade maior que 0%, trazem uma concepção inversa. O quadrado de 0 a 10 dias e 0 a 10% contém poucas operações, concentradas a partir de nove dias. Antes disso, o quadrado não tem nenhum ponto de operação. O lucro só começa a surgir, significativamente, a partir dos nove dias, onde concentra-se mais em 0 a 10%, porém, com menos valores concentrados.

Os retornos positivos apresentam assim uma nuvem mais dispersa que a dos

negativos. Ou seja, ele sai rápido de operações com prejuízo, e mantém-se mais em operações com lucro.

O Gráfico 11 fortifica essa relação, nele são relacionados quantas vezes as operações indicaram para determinadas faixas de retorno. Perceptível é a concentração dos retornos negativos, que são apenas um pouco menores que 0%, ou seja, a maior parte das operações são pequenos prejuízos. É possível observar isso também quanto aos retornos positivos, a maior concentração de lucros é em pequenos lucros, pouco maiores que 0%, conforme também descrito por Vancin (2006).



**Gráfico 11 – Frequência dos Retornos**  
**Fonte: Autoria própria**

O que ganha destaque no Gráfico 11 é o número de pequenos prejuízos, sem dúvida eles são o que carregam a média total dos retornos, apresentada na Tabela 4, para os valores negativos.

Pelo formato do Gráfico 11 pode-se facilmente correlacioná-lo com a Curva de Distribuição Normal, ou Curva de Gauss, onde a maioria dos dados da amostra se dispersam normalmente em torno da média.

Assim, a Tabela 5 mostra a probabilidade de obter-se aleatoriamente um retorno em determinada faixa de lucro. Como trata-se do risco de operar com o

MACD, ela apresenta somente a probabilidade de obter resultados positivos, que é a demonstração relevante ao investidor.

**Tabela 5 – Risco do Retorno nas Operações com MACD**

| <b>Faixa de Retorno</b> | <b>Probabilidade (%)</b> |
|-------------------------|--------------------------|
| 0,0 a 2,5%              | 12,48%                   |
| 2,5 a 5,0%              | 10,47%                   |
| 5,0 a 7,5%              | 7,86%                    |
| 7,5 a 10,0%             | 5,28%                    |
| 10,0 a 12,5%            | 3,17%                    |
| 12,5 a 15,0%            | 1,71%                    |
| 15,0 a 17,5%            | 0,82%                    |
| 17,5 a 20,0%            | 0,35%                    |
| Mais de 20,0%           | 0,20%                    |
| <b>Total</b>            | <b>42,35%</b>            |

**Fonte: Autoria própria**

A Tabela 5, em concordância com os estudos de Saffi (2003) e Carvalho, Costa Jr. e Goulart (2008), demonstra que a probabilidade de retornos não é estatisticamente significativa ao utilizar o MACD como única fonte de decisão para as operações no mercado acionário, já que, não haveria vantagem estatística em operar com ele frente à própria sorte.

#### 4.2.2 Estatística das Tendências

Nesta etapa, buscou-se entender como o MACD comportava-se diante das três tendências de mercado, já que apesar de genericamente trazer resultados não satisfatórios ao investidor, poderia ser útil em alguma tendência específica.

Relembrando que as tendências foram classificadas em Alta (A), Baixa (B), Lateral (L), Alta-Baixa (AB), Alta-Lateral (AL), Baixa-Lateral (BL) e Alta-Baixa-Lateral (ABL), conforme descrito na Metodologia.

Também, para permitir a contradição das questões subjetivas de classificação, o Quadro 1, constante no Apêndice D, apresenta onde cada empresa da amostra foi enquadrada.

Resumidamente a Tabela 6 apresenta o número de empresas classificadas em cada tendência. Nela também estão presentes a quantidade média de operação indicadas para cada empresa conforme sua tendência.

Ao contrário do imaginado, a quantidade de operações manteve-se constante, independente da tendência ou reversão escolhida. Surpreende esse

**Tabela 6 – Dados Gerais da Amostra Categorizada**

|       | Quantidade de Empresas | Quantidade de Operações | Média de Operações por Empresa |
|-------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| A     | 5                      | 51                      | 10,20                          |
| B     | 13                     | 135                     | 10,38                          |
| L     | 10                     | 113                     | 11,30                          |
| AB    | 18                     | 210                     | 11,67                          |
| AL    | 14                     | 158                     | 11,29                          |
| BL    | 7                      | 75                      | 10,71                          |
| ABL   | 3                      | 34                      | 11,33                          |
| Total | 70                     | 776                     | 10,98                          |

**Fonte: Autoria Própria**

resultado pela expectativa que nas ações com nítida tendência, tanto de alta (A), quanto de baixa (B), tivessem o menor número de operações, já que na primeira o indicador, ideologicamente, mandaria comprar e manter-se-ia assim por longo tempo, conquanto na segunda mandaria vender e manter-se-ia assim por longo tempo.

Relativamente, esperava-se que as ações com lateralização trouxessem a maior quantidade de operações, já que a constante subida e descida nos preços poderia confundir o indicador, que identificaria mais padrões de operação.

Pelas Tabelas 6 e 8, verifica-se que isso não ocorreu, tanto a quantidade média de operações quanto o tempo médio de operação mantiveram-se praticamente iguais, independente da tendência ou de sua reversão.

Observa-se inclusive poucas variações no comportamento quando se diferenciam as ações em tendências. Na Tabela 7 são apresentados a quantidade de retornos com lucro (retorno positivo), prejuízo (retorno negativo) e sem retorno (neutro).

Relativamente a quantidade de operações total da categoria, observa-se que a tendência de alta foi aquela que obteve a maior porcentagem de operações com lucro, porém mesmo nela, a quantidade de retornos negativos superou a dos positivos.

Não surpreendentemente, a maior quantidade de retornos negativos foi nas ações de baixa, operar seguindo uma estratégia de compra em ações com tendência de queda é análogo a nadar contracorrente, o movimento natural transformará a insistência em prejuízos.

Nessa situação, aquilo que se aguarda de um indicador eficiente é que não indique nenhuma operação. Porém, não é o que ocorre no MACD, pois a Tabela 6 já demonstrou que a quantidade de operações foi em média a mesma para qualquer tendência que se deseja, ou em suas reversões.

**Tabela 7 – Quantidade de Retorno nas Operações por Categoria**

|     | Positivo |        | Negativo |        | Neutro |       | Total  |      |
|-----|----------|--------|----------|--------|--------|-------|--------|------|
|     | Quant.   | %      | Quant.   | %      | Quant. | %     | Quant. | %    |
| A   | 23       | 45,10% | 28       | 54,90% | 0      | 0,00% | 51     | 100% |
| B   | 23       | 17,04% | 111      | 82,22% | 1      | 0,74% | 135    | 100% |
| L   | 38       | 33,63% | 75       | 66,37% | 0      | 0,00% | 113    | 100% |
| AB  | 63       | 30,00% | 146      | 69,52% | 1      | 0,48% | 210    | 100% |
| AL  | 48       | 30,38% | 109      | 68,99% | 1      | 0,63% | 158    | 100% |
| BL  | 19       | 25,33% | 55       | 73,33% | 1      | 1,33% | 75     | 100% |
| ABL | 8        | 23,53% | 26       | 76,47% | 0      | 0,00% | 34     | 100% |

**Fonte: Aatoria Própria**

Confirmando o apresentado na Tabela 4, a Tabela 8 demonstra que a média das operações com prejuízo orbitam em torno de aproximadamente 8 a 9 dias, independente da tendência selecionada. Assim, pode-se dizer que os sinais falsos, de um ou dois *candles* em forte indicativo de alta, mas que não mantem-se no tempo, estão presentes em todas as tendências e disparam sinais de operação que, ao não se confirmarem forçam o indicador a sair da operação em aproximadamente 8 ou 9 dias.

**Tabela 8 – Tempo de Retorno das Operações por Categoria**

|     | Positivo (dias) |          | Negativo (dias) |          | Total (dias) |          |
|-----|-----------------|----------|-----------------|----------|--------------|----------|
|     | Média           | $\sigma$ | Média           | $\sigma$ | Média        | $\sigma$ |
| A   | 20,83           | 10,35    | 7,46            | 3,76     | 13,49        | 9,99     |
| B   | 22,13           | 7,83     | 8,93            | 6,92     | 11,23        | 8,62     |
| L   | 19,16           | 6,97     | 7,65            | 5,45     | 11,52        | 8,09     |
| AB  | 18,70           | 8,28     | 8,24            | 6,39     | 11,38        | 8,47     |
| AL  | 19,83           | 8,59     | 7,91            | 5,59     | 11,55        | 8,59     |
| BL  | 20,79           | 7,06     | 9,40            | 6,55     | 12,28        | 8,26     |
| ABL | 23,50           | 10,09    | 8,27            | 5,14     | 11,85        | 9,20     |

**Fonte: Aatoria Própria**

**Nota: Ocultou-se da Tabela 8 os retornos Neutros pois não é pertinente a média e o desvio padrão de um valor.**

Também, tem-se um desvio padrão ( $\sigma$ ) inferior em todas as tendências nas operações de retorno positivo que de negativo. Em especial na tendência de Alta essa diferença é significativa.

A Tabela 9 contém os retornos médios e o desvio padrão das operações conforme a tendência. Nela observa-se que a maior média e desvio de retorno positivo ocorreram nas operações onde estiveram presentes as três tendências (ABL), destacando-se significativamente sobre as outras operações.

Excetuando-se a classificação das três tendências, a que obteve tanto maior retorno médio positivo quanto negativo foram, sem surpresa, as ações de alta.

**Tabela 9 – Retorno das Operações por Categoria**

|     | Positivo (%) |          | Negativo (%) |          | Total (%) |          |
|-----|--------------|----------|--------------|----------|-----------|----------|
|     | Média        | $\sigma$ | Média        | $\sigma$ | Média     | $\sigma$ |
| A   | 8,04%        | 7,09%    | -2,87%       | 1,80%    | 2,05%     | 7,34%    |
| B   | 7,95%        | 8,53%    | -6,40%       | 3,84%    | -3,90%    | 7,31%    |
| L   | 5,93%        | 6,36%    | -4,07%       | 2,77%    | -0,71%    | 6,40%    |
| AB  | 7,71%        | 6,00%    | -5,58%       | 4,29%    | -1,56%    | 7,79%    |
| AL  | 6,97%        | 6,18%    | -3,42%       | 2,41%    | -0,24%    | 6,19%    |
| BL  | 5,22%        | 3,74%    | -5,74%       | 2,82%    | -2,88%    | 5,68%    |
| ABL | 16,36%       | 17,52%   | -6,39%       | 3,97%    | -1,04%    | 13,15%   |

**Fonte: Autoria Própria**

**Nota: Ocultou-se da Tabela 9 os retornos Neutros pois são 0,00%.**

Inclusive essa foi a única classificação em que a média total dos retornos foi positiva, logo, seria a única categoria que retornou lucro total.

As maiores dispersões aconteceram nas ações ABL, impulsionadas pelas altas dispersões positivas. Da mesma maneira que na Tabela 4, as dispersões negativas foram inferiores, em todas as categorias, que as dispersões dos retornos positivos.

A lógica aqui não alterou-se muito da análise geral, o indicador manteve mais tempo nas operações que retornaram lucro que nas de prejuízo. Logo, a dispersão dos valores, tanto de tempo (Tabela 8), quanto de retorno (Tabela 9) foram superiores para os retornos positivos.

Observa-se pelos dados apresentados que não há grandes alterações conforme a tendência, o indicador aparenta operar de maneira parecida qualquer seja o caminho percorrido pelo ativo.

Portanto, a próxima parte busca analisar pontualmente as operações com ações de nítida tendência afim de confirmar a ocorrência ou não de comportamentos diferenciados para diversas tendências.

#### 4.2.3 Estudo de Caso das Tendências

Como complemento investigativo, a terceira parte das acepções práticas procurou estudar isoladamente uma ação de cada uma das tendências, elas foram escolhidas intencionalmente a partir da classificação descrita no Quadro 1, onde se escolheu BRFS3 para representar o comportamento das ações em tendências de alta, OIBR4 para as de baixa, TBLE3 para as de tendência lateral e ALLL3 para

observar o comportamento do indicador em variações de tendência.

#### 4.2.3.1 Tendência de Alta: BRFS3

O Gráfico 12 apresenta o *candlestick* e as duas linhas do MACD em BRFS3 no ano de 2014, enquanto a Tabela 10 sintetiza as datas dos cruzamentos, a duração, o preço efetuado e a variação de rentabilidade das operações.



**Gráfico 12 – *Candlestick* e MACD de BRFS3 em 2014**

Fonte: Produzido com IT Evolution (2015)

O papel inicia o ano com um breve movimento de baixa, que dura até próximo ao início de fevereiro. Nesse intervalo o MACD manda transacionar duas vezes, as quais apresentam prejuízos. A duração dessas duas operações é baixa, 5 e 7 dias.

Alguns *candles* no final de janeiro apresentam uma alta superior a que vinha acontecendo nos períodos anteriores, é logo após esses *candles* que a LR experimenta uma forte ascensão e ultrapassa a LL. Porém, as velas de alta não se mantêm e logo ao final de fevereiro o indicador emite sinal de venda.

Observa-se aqui a mesma característica descrita nas análises estatísticas, em meio a quedas alguns *candles* de alta confundem o indicador, forçando o sinal falso (que retornará prejuízo). Como esses *candles* se mantêm por no máximo 9 dias influenciando positivamente no MACD, se apenas um ou dois deles anunciarem uma grande alta, mas ela não se concretizar, eles não ficarão por muito tempo forçando a

**Tabela 10 – Operações Recomendadas pelo MACD em BRFS3**

| Operação | Data      | Duração (dias) | Valor R\$ | Variação (%) |
|----------|-----------|----------------|-----------|--------------|
| Compra   | 30/dez/13 | 5              | 49,25     | -6,80%       |
| Venda    | 08/jan/14 |                | 45,90     |              |
| Compra   | 27/jan/14 | 7              | 43,41     | -4,93%       |
| Venda    | 05/fev/14 |                | 41,27     |              |
| Compra   | 06/fev/14 | 52             | 41,58     | 16,59%       |
| Venda    | 25/abr/14 |                | 48,48     |              |
| Compra   | 29/abr/14 | 11             | 50,00     | 3,72%        |
| Venda    | 15/mai/14 |                | 51,86     |              |
| Compra   | 09/jun/14 | 33             | 52,04     | 9,15%        |
| Venda    | 29/jul/14 |                | 56,80     |              |
| Compra   | 27/ago/14 | 8              | 59,80     | -2,61%       |
| Venda    | 08/set/14 |                | 58,24     |              |
| Compra   | 30/set/14 | 13             | 58,24     | 3,45%        |
| Venda    | 17/out/14 |                | 60,25     |              |
| Compra   | 30/out/14 | 19             | 61,28     | 7,47%        |
| Venda    | 27/nov/14 |                | 65,86     |              |
| Compra   | 22/dez/14 | 12             | 63,59     | -4,50%       |
| Venda    | 13/jan/15 |                | 60,73     |              |

**Fonte: Autoria Própria**

compra. Porém, apesar de identificar rapidamente que a tendência de elevação não continuará, o indicador não consegue amenizar os prejuízos.

O próximo cruzamento que indica compra acontece no começo de fevereiro e inicia a longa tendência de alta experimentada por BRFS3 durante o ano de 2014. Há, até metade de abril, uma subida constante nos preços, onde os *candles* mantêm uma constante ascensão e tanto variação de rentabilidade quanto duração são as maiores durante todo 2014.

Então, no final de abril pode-se observar uma queda nos preços por mais ou menos 3 dias, exatamente o ponto em que há conclusão da operação iniciada quase três meses antes.

A queda não toma grande forma e, após as ações voltarem a subir, as linhas do indicador convergem novamente, e ele anuncia compra. A subida até metade de maio perde força vagarosamente e o MACD recomenda sair da operação antes dos grandes *candles* baixistas que empurram para baixo a LR.

Porém, o padrão de compra não demora aparece novamente e um novo cruzamento indicando compra acontece no início de junho. Pouco antes desse ponto as linhas do MACD estavam nitidamente divergentes, com a LR bem abaixo da LL, a subida brusca fez com que a LR se deslocasse acima com força, cruzando a LL.

Essa rápida ascensão do preço do papel não mantém-se por muito tempo e, do início de junho ao final de setembro os preços sobem mais suavemente, em uma ascensão lenta e constante. Viu-se que o MACD procura pelo padrão de altas bruscas para operar, com altas suaves percebe-se que não há um distanciamento entre a LR e a LL e, na metade de julho, a ocorrência de apenas um *candle* baixista faz acontecer o sinal de venda, mesmo após ainda haver uma alta suave.

Novamente, no final de agosto e início de setembro uma leve alta confunde o indicador que recomenda uma compra e logo após corrige com uma venda, porém, amargando prejuízos.

No final de outubro outro cruzamento de compra é acionado, se observar no Gráfico 12 alguns dias antes acontece uma alta e o MACD somente consegue entrar nela depois de dois ou três dias.

A partir desse ponto os movimentos do papel são bem definidos, o preço desce e sobe a bruscas variações e a LR distancia-se mais da LL, gerando realmente uma certeza nas variações e nos deslocamentos.

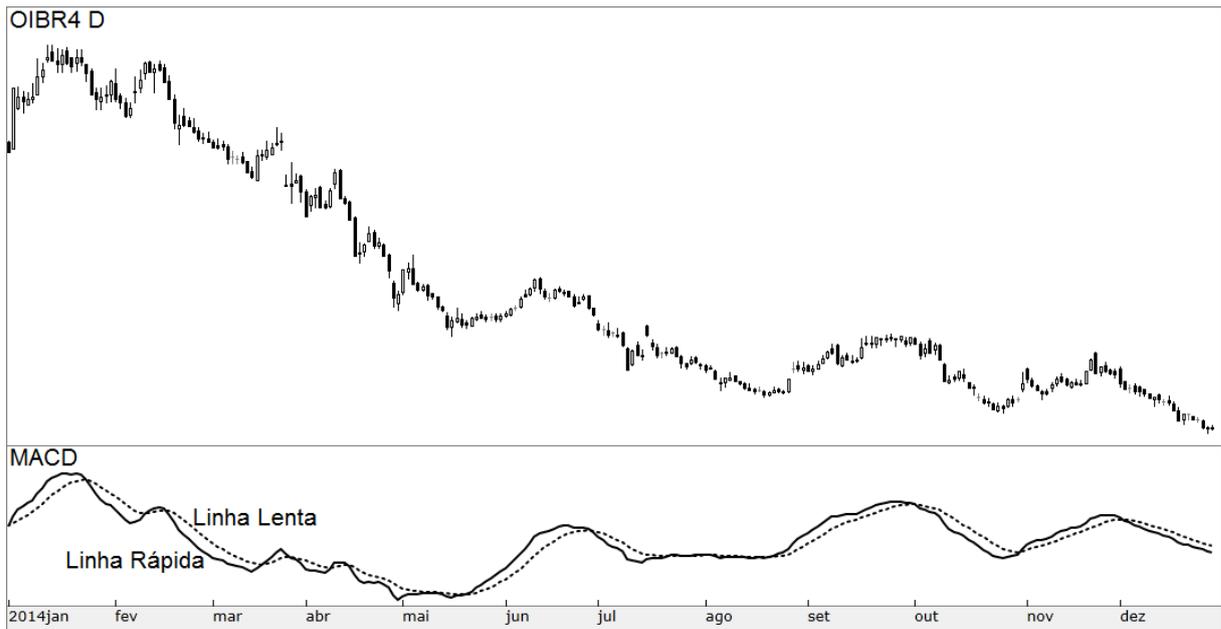
Apesar de BRFS3 seguir uma tendência geral de alta durante todo período, o MACD centrou-se na força relativa de *candles* próximos e alterações bruscas. O indicador não conseguiu comportar-se de forma estável durante uma ascensão leve e constante do preço.

#### 4.2.3.2 Tendência de Baixa: OIBR4

O Gráfico 13 apresenta o *candlestick* e as duas linhas do MACD para OIBR4 no ano de 2014, e a Tabela 11 apresenta as datas dos cruzamentos, a duração, o preço efetuado e a variação de rentabilidade das operações.

O papel de OIBR4 começa 2014 com *candles* altistas, tanto que até mais da metade de janeiro a LR posiciona-se bem deslocada acima da LL. Apesar disso, a segunda operação (03/jan a 27/jan) retorna um prejuízo de -1,70%, o motivo disso é que o mercado iniciou fortemente o padrão baixista, mais rápido do que a velocidade de ascensão, não almejando tempo do indicador transmitir antes o sinal de venda. Como demorou para vender em uma ação que em um *candle* entrou em queda livre, acabou retornando prejuízos.

A partir de fevereiro até maio o papel entra em forte tendência baixista, porém,



**Gráfico 13 – *Candlestick* e MACD de OIBR4 em 2014**

**Fonte: Produzido com IT Evolution (2015)**

nem por isso o MACD abstém-se de sinalizar compra, ao contrário, sinaliza nesse período três operações, todas com prejuízo. Faz isso sempre nos momentos em que o papel indica uma alta nos preços. Nessas três operações os *candles* de alta não se mantêm por mais de dois ou três dias e voltam a queda. O indicador que, então havia considerado compra, efetua sinal de venda, porém, apesar de pequena distância entre de correção a falha, ela não imuniza os prejuízos.

Da metade de maio até próximo a julho, outro sinal de operação é emitido, iniciado também por uma leve concentração de alta. Apesar de nesse período o papel não comportar-se com padrão concreto e forte de sucessivas altas, a LR diverge bastante acima da LL. Como os preços históricos vinham em queda livre, a LR fica muito sensível a qualquer pequena subida de preços. Criando uma perigosa armadilha em tratando-se de ações com tendência de baixa.

Se pequenas elevações no preço divergem muito a LR da LL, quando uma baixa brusca acontece, como no final de janeiro, as duas linhas estão tão deslocadas que o cruzamento de venda não acompanha a velocidade da queda dos preços, retirando os lucros que aguardavam realização.

Felizmente, não é a situação ocorrida no final de junho, fechamento da operação. Nela as baixas acontecem vagarosamente, possibilitando a LR deslocar-se abaixo da LL, antes do valor de venda ficar inferior ao de compra. Essa foi uma das

**Tabela 11 – Operações Recomendadas pelo MACD em OIBR4**

| <b>Operação</b> | <b>Data</b> | <b>Duração (dias)</b> | <b>Valor R\$</b> | <b>Variação (%)</b> |
|-----------------|-------------|-----------------------|------------------|---------------------|
| Compra          | 19/dez/13   | 6                     | 3,75             | -6,67%              |
| Venda           | 02/jan/14   |                       | 3,50             |                     |
| Compra          | 03/jan/14   | 16                    | 4,11             | -1,70%              |
| Venda           | 27/jan/14   |                       | 4,04             |                     |
| Compra          | 12/fev/14   | 4                     | 4,26             | -6,10%              |
| Venda           | 18/fev/14   |                       | 4,00             |                     |
| Compra          | 20/mar/14   | 5                     | 3,52             | -9,66%              |
| Venda           | 27/mar/14   |                       | 3,18             |                     |
| Compra          | 09/abr/14   | 3                     | 3,30             | -13,64%             |
| Venda           | 14/abr/14   |                       | 2,85             |                     |
| Compra          | 21/mai/14   | 26                    | 1,85             | 5,41%               |
| Venda           | 30/jun/14   |                       | 1,95             |                     |
| Compra          | 23/jul/14   | 3                     | 1,63             | -10,43%             |
| Venda           | 28/jul/14   |                       | 1,46             |                     |
| Compra          | 29/jul/14   | 5                     | 1,52             | -11,84%             |
| Venda           | 05/ago/14   |                       | 1,34             |                     |
| Compra          | 20/ago/14   | 31                    | 1,21             | 28,93%              |
| Venda           | 02/out/14   |                       | 1,56             |                     |
| Compra          | 31/out/14   | 21                    | 1,30             | -4,62%              |
| Venda           | 02/dez/14   |                       | 1,24             |                     |

**Fonte: Autoria Própria**

duas operações de lucro neste ativo.

Segue-se no início de julho por uma baixa não acentuada, que deixa as duas linhas do MACD muito próximas, e indica duas operações, as com o maior prejuízo de todas as indicações de 2014.

Porém, no final de agosto um *candle* anuncia uma nova concentração de compradores. Nele o MACD emite sinal de compra, a ação sobe forte até metade de setembro, onde perde o vigor que vinha tendo, mas não cai rapidamente, estabiliza-se e demonstra algumas quedas, então o MACD emite a venda.

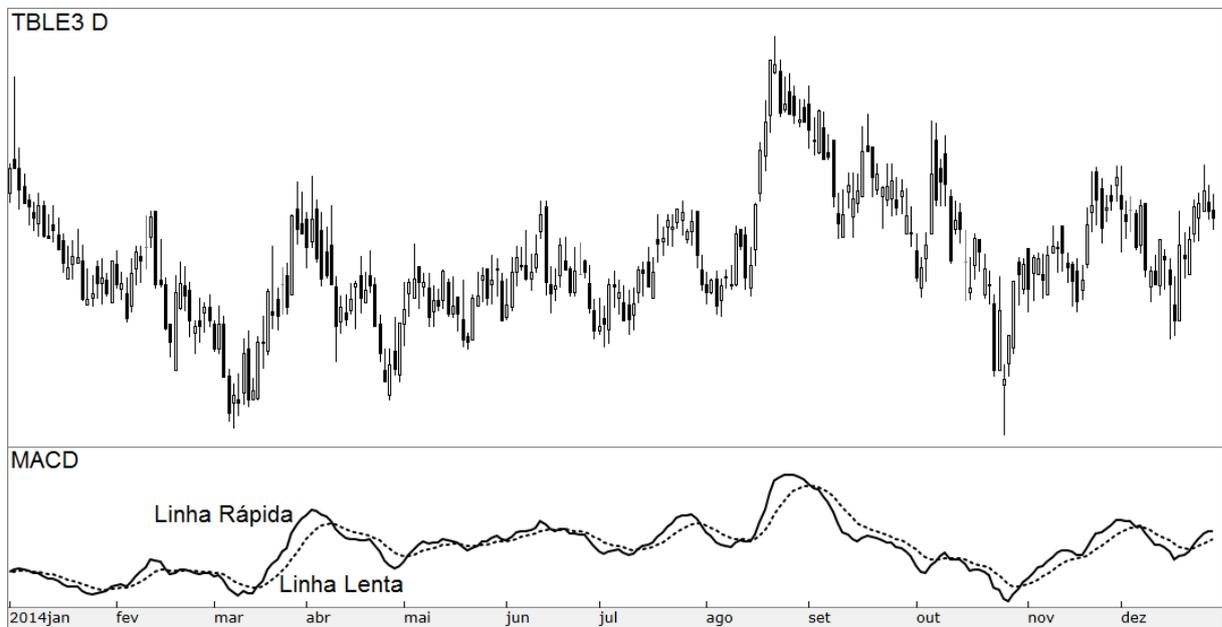
Esse é o padrão idealizado no MACD, uma alta forte, com grande concentração de compradores em um curto espaço de tempo, mas que aos poucos vai perdendo força, e quase que naturalmente estabiliza-se antes de retornar o processo de queda. Essa é a operação que concentra o maior retorno do período, atingindo quase 30% de rentabilidade.

Em outubro há uma declarada queda, onde o papel não emite sinal. Porém, novamente por conta de um *candle* de alta, há o deslocamento da LR para cima e seu indicativo de compra. A vela altista não se confirma, culminando em sucessivas baixas, que terminam por gerar o último prejuízo do ano.

Obviamente, operar com estratégia de compra com mercados em tendência de baixa é lutar contra sorte. Nesse aspecto, o que esperava-se de um indicador confiável é que não emitisse sinais, porém, não foi a questão com o MACD, ele confundiu-se com *candles* altistas isolados e transmitiu sinais de compra sem a forte confirmação de uma real reversão de tendência.

#### 4.2.3.3 Tendência Lateral: TBLE3

O Gráfico 14 apresenta o *candlestick* e as linhas do MACD para TBLE3 no ano de 2014, e a Tabela 12 apresenta as datas dos cruzamentos, a duração, o preço efetuoado e a variação de rentabilidade das operações.



**Gráfico 14 – *Candlestick* e MACD de TBLE3 em 2014**

Fonte: Produzido com IT Evolution (2015)

Logo no início de janeiro um *candle* diverge o MACD para cima, indica compra e não se mantém, resultando em venda e prejuízo após apenas três dias. Novamente, assim como nas tendências de alta e baixa, um sinal falso é rapidamente detectado, mas não ameniza as perdas.

A partir dali, em janeiro um movimento constante de queda evita que o indicador emita sinais. Porém, no início de fevereiro alguns *candles* altistas surgem e o sinal de compra é novamente formado.

Apesar da alta ser relativamente forte, a operação conclui em prejuízo de pouco mais de cinco por cento, pois o movimento de queda acontece a uma

**Tabela 12 – Operações Recomendadas pelo MACD em TBLE3**

| Operação | Data      | Duração (dias) | Valor R\$ | Variação (%) |
|----------|-----------|----------------|-----------|--------------|
| Compra   | 03/jan/14 | 3              | 36,50     | -2,27%       |
| Venda    | 08/jan/14 |                | 35,67     |              |
| Compra   | 31/jan/14 | 12             | 34,50     | -5,07%       |
| Venda    | 18/fev/14 |                | 32,75     |              |
| Compra   | 20/fev/14 | 2              | 34,01     | -2,35%       |
| Venda    | 24/fev/14 |                | 33,21     |              |
| Compra   | 18/mar/14 | 16             | 32,75     | 1,07%        |
| Venda    | 09/abr/14 |                | 33,10     |              |
| Compra   | 05/mai/14 | 11             | 34,05     | -3,67%       |
| Venda    | 20/mai/14 |                | 32,80     |              |
| Compra   | 23/mai/14 | 16             | 33,75     | 0,65%        |
| Venda    | 17/jun/14 |                | 33,97     |              |
| Compra   | 18/jun/14 | 2              | 34,85     | -2,93%       |
| Venda    | 23/jun/14 |                | 33,83     |              |
| Compra   | 14/jul/14 | 13             | 34,30     | -0,90%       |
| Venda    | 31/jul/14 |                | 33,99     |              |
| Compra   | 15/ago/14 | 12             | 35,73     | 3,86%        |
| Venda    | 02/set/14 |                | 37,11     |              |
| Compra   | 08/out/14 | 2              | 35,51     | -4,76%       |
| Venda    | 10/out/14 |                | 33,82     |              |
| Compra   | 31/out/14 | 25             | 33,75     | -2,93%       |
| Venda    | 08/dez/14 |                | 32,76     |              |
| Compra   | 22/dez/14 | 6              | 34,07     | -4,17%       |
| Venda    | 05/jan/15 |                | 32,65     |              |

**Fonte: Autoria Própria**

velocidade superior ao que havia sido o de alta. O LR, que estava deslocada da LL, não consegue sair da operação antes da forte queda.

A partir dali, da metade de fevereiro até a metade de março, ocorre uma descontinuidade do movimento dos preços, não há nesse período caracterização de tendência altista ou baixista clara. Esse intervalo aproxima as duas linhas, ocorrendo um curto cruzamento entre elas, que retorna outro prejuízo.

Da metade de março até o começo de abril, *candles* de forte alta elevam a LR, emitem cruzamento e efetivam o primeiro lucro do período. Porém, novamente uma queda mais acentuada mantém a operação por mais tempo que o necessário e o lucro obtido não chega a ser maior que nenhum dos prejuízos já efetuados, apesar da duração dessa operação ser maior.

Após essa operação, do começo de abril até metade de agosto, o papel entra em um canal de lateralização. A ação oscila entre dois patamares de preços bem definidos. Quando atinge o superior inicia processo de queda até o inferior, ao atingir o inferior reinicia o processo de subida, sem ultrapassar os limites inferiores e

superiores.

Nesse intervalo as duas linhas ficam bem próximas e emite-se quatro sinais de operação, dos quais três retornam negativos e apenas um retorna positivo, porém, inferior a qualquer um dos negativos.

Na metade de agosto uma alta impulsiona os papéis de TBLE3 e rapidamente o MACD indica compra, essa força altista é interrompida, mas não cai bruscamente, vem reduzindo o valor lentamente, *candle* após *candle*, até finalizar o maior retorno indicado pelo MACD em todo período.

A ação então entra num processo baixista até outubro, onde, novamente, um *candle* eleva o preço das ações, mas não mantém a alta gerada. Resultando assim em outro sinal falso e em mais um prejuízo.

O processo de queda mantém-se até o final de outubro, onde uma elevação dos preços indica sinal de compra. Essa operação dura até o início de dezembro e, novamente, bruscas quedas fazem com que o sinal de venda não seja emitido a tempo e possa evitar prejuízos.

Esse mesmo movimento, alta deflagrada e quedas bruscas acontece com na última operação e, novamente, retorna em prejuízo do investimento.

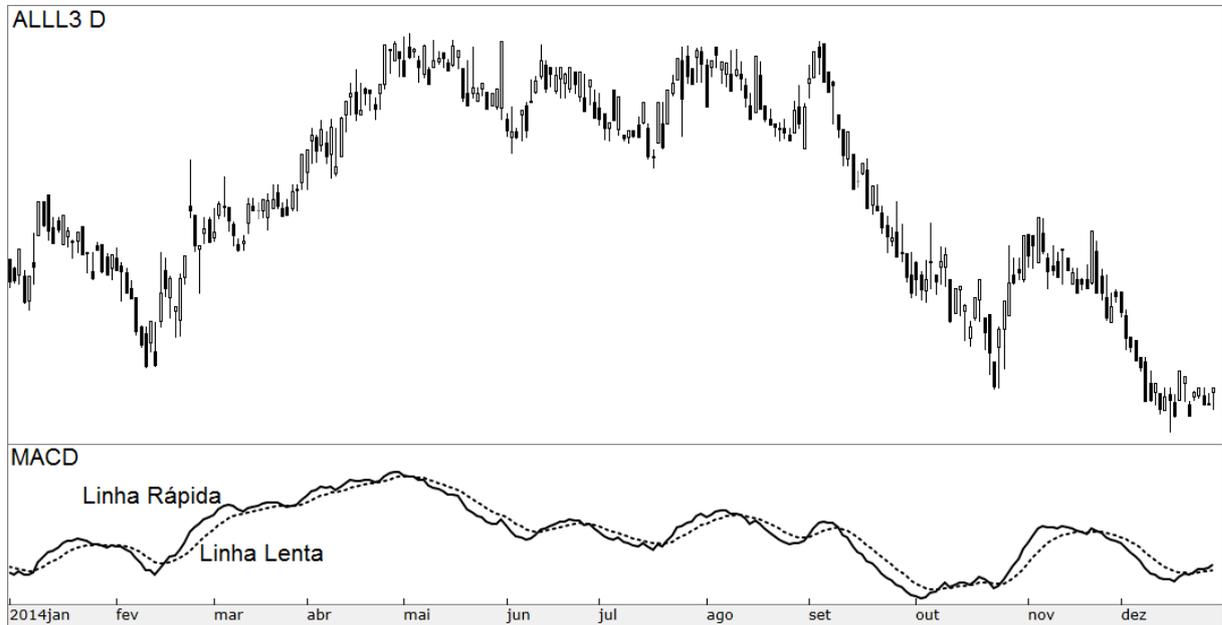
Papéis em tendência lateral são extremamente complicados, não há como supor para onde vão e se ao menos irão para algum lugar. Podem manter-se lateralizados por um longo período de tempo e não fugirem de uma faixa específica de operação.

O que observa-se em TBLE3 é que o MACD responde a vários desses movimentos lateralizado, ou seja, indica compra logo após a ação começar a subir e venda logo após ela começar a cair, porém, não há nesses movimentos grandes variações de preços, já que estão lateralizados, ou seja, as operações indicadas retornam pequenos lucros ou pequenos prejuízos, observa-se que no caso de TBLE3 a maior ocorrência foi de prejuízos.

#### 4.2.3.4 Reversões: ALLL3

O Gráfico 15 apresenta o *candlestick* e as linhas do MACD, e a Tabela 13 apresenta as datas dos cruzamentos, a duração, o preço efetuado e a variação de rentabilidade das operações para ALLL3 no ano de 2014.

No Gráfico 15 observa-se claramente durante todo ano as três tendências, de janeiro a maio uma tendência de alta, de maio a setembro uma lateralização e de setembro a dezembro uma baixa.



**Gráfico 15 – *Candlestick* e MACD de ALLL3 em 2014**

**Fonte: Produzido com IT Evolution (2015)**

Logo no início de janeiro uma repentina alta, impulsionada por dois *candles*, desloca a LR acima da LL e gera uma divergência entre elas, os preços subsequentes são de leve queda, iniciando a convergência entre elas. Porém, dois *candles* de acentuada baixa reduzem drasticamente o preço antes do indicador poder sinalizar venda, gerando o primeiro prejuízo do período.

Em fevereiro o papel começa sua ascensão, uma forte alavancagem que dura até o final de abril. Nesse intervalo de tempo, o MACD recomenda duas operações, das quais as duas obtiveram retornos positivos, entre elas aquela com o maior retorno do período.

O indicador responde bem ao início dessa ascensão, capta a alta logo após o início da reversão, em janeiro e desloca a LR a uma velocidade superior a LL, as duas linhas divergem até que a alta começa, gradativamente, acontecer com menos vigor.

No meio desse intervalo uma ordem de venda é indicada e logo no dia seguinte emite-se novamente a compra, isso porquê alguns *candles* baixistas carregam o preço para baixo, mas não se confirmam e logo a tendência retorna a subir.

**Tabela 13 – Operações Recomendadas pelo MACD em ALLL3**

| Operação | Data      | Duração (dias) | Valor R\$ | Variação (%) |
|----------|-----------|----------------|-----------|--------------|
| Compra   | 09/jan/14 | 18             | 6,80      | -5,15%       |
| Venda    | 04/fev/14 |                | 6,45      |              |
| Compra   | 17/fev/14 | 35             | 6,17      | 22,20%       |
| Venda    | 09/abr/14 |                | 7,54      |              |
| Compra   | 10/abr/14 | 16             | 8,08      | 8,54%        |
| Venda    | 07/mai/14 |                | 8,77      |              |
| Compra   | 10/jun/14 | 9              | 8,56      | -2,57%       |
| Venda    | 25/jun/14 |                | 8,34      |              |
| Compra   | 21/jul/14 | 16             | 8,10      | 5,06%        |
| Venda    | 12/ago/14 |                | 8,51      |              |
| Compra   | 01/set/14 | 6              | 8,64      | -7,64%       |
| Venda    | 09/set/14 |                | 7,98      |              |
| Compra   | 09/out/14 | 1              | 6,26      | -6,23%       |
| Venda    | 10/out/14 |                | 5,87      |              |
| Compra   | 13/out/14 | 2              | 6,17      | -7,94%       |
| Venda    | 15/out/14 |                | 5,68      |              |
| Compra   | 17/out/14 | 3              | 6,05      | -12,23%      |
| Venda    | 22/out/14 |                | 5,31      |              |
| Compra   | 24/out/14 | 18             | 5,70      | 10,00%       |
| Venda    | 19/nov/14 |                | 6,27      |              |
| Compra   | 21/nov/14 | 2              | 6,62      | -9,21%       |
| Venda    | 25/nov/14 |                | 6,01      |              |
| Compra   | 23/dez/14 | 6              | 5,02      | -13,15%      |
| Venda    | 06/jan/15 |                | 4,36      |              |

**Fonte: Autoria Própria**

As duas linhas convergem e divergem mais algumas vezes até que no final de abril inicia-se um processo de lateralização que dura aproximadamente até setembro. Nesse intervalo as duas linhas do indicador começam a cair, pois os *candles* altistas vão deixando de impactar positivamente em sua relevância.

Apesar disso, não há grandes momentos de divergência nesse período, as duas linhas não se distanciam muito, andam praticamente juntas, apesar da LR ser bem mais sensível aos preços.

Durante essa lateralização o indicador recomenda três operações, das quais duas retornam prejuízo e uma lucro. As duas com prejuízo são exatamente aquelas em que um ou dois *candles* altistas deslocam a LR, porém não se confirmam, não revertem tendência e continuam impactar positivamente no índice por pelo menos nove dias, seguram assim a operação por pelo menos esse tempo.

De setembro até dezembro o papel encaminha-se para uma queda deliberada, especialmente até metade de outubro, a partir dali ocorre uma leve alta que dura até o começo de novembro, mas que não tem força para alterar a tendência.

Durante todo movimento de queda abrupta (de setembro a outubro), o MACD não emite nenhum sinal de operação. Ao contrário, suas linhas ficam divergindo até divergem praticamente todo intervalo.

O que acontece em outubro é um caso interessante, os preços ainda estão em queda, mas alguns *candles* de alta fazem as linhas se cruzarem e emitir compra, para logo depois um *candle* de baixa fazer o cruzamento emitir venda. Essa imprecisão gera em outubro três operações, com um, dois e três dias de duração respectivamente, que retornam apenas prejuízos.

Uma subida nos preços começa a partir de outubro e diverge rapidamente as duas linhas. Essa alta trás o segundo maior rendimento positivo do período, em uma operação de duração bem superior as experimentadas quando a variação é negativa e com o definitivo cruzamento de venda pouco antes da brusca queda.

Da metade de novembro até o final de dezembro o papel sofre uma queda acentuada, período no qual a divergência entre as linhas acentua-se. Apesar disso, ainda são emitidos dois sinais de operação, um logo antes da rápida queda e outro logo após. Os dois com prejuízos e de pouca duração.

O papel ALLL3 apresenta durante o período as três tendências e suas reversões, pode-se perceber que, os momentos de real reversão são fortemente indicados pelo indicador, que diverge bem as duas linhas, porém, momentos que não apoiam-se em forte reversão são confusos para o indicador, há aproximação entre as linhas e os cruzamentos são constantes, apesar de em sua maioria demonstrarem operações falhas.

#### 4.2.3.5 Comparação das Tendências

A realização dos estudos de caso entre as três diversas tendências e suas reversões não demonstrou diferenças significativas nas operações utilizando o MACD, ao contrário o indicador apresentou comportamentos parecidos entre elas.

Todas elas tiveram sinais falhos, um ou dois *candles* que forçam a entrada na operação mas que não confirmam a reversão e acabam por retornar prejuízo em operações de curta duração.

Também apresentaram basicamente a mesma estrutura de lucro, operações de longa duração que iniciaram com forte alta e que vagarosamente perderam o vigor.

E de prejuízo com longa duração, caracterizadas pelas quedas bruscas nos preços após o indicativo de compra do ativo.

Pela teoria, esperava-se observar diferenças significativas entre as tendências, imaginava-se que na de alta haveriam menos operações com maior duração, já na de baixa uma quantidade pequena de operações e de reduzida duração, por exemplo.

Mas não foi como o MACD se comportou na prática, se observa que o elemento de real impacto no indicador foram os *candles* mais próximos, pois apesar de levar em consideração a relevância dos preços históricos não lhes foi atribuído grande peso.

Isso pode ser explicado pela parametrização utilizada (12, 26 e 9 dias) já que, como observou-se anteriormente, ela se importa mais com os nove primeiros preços, aplicando uma relevância cada vez menor aos preços mais antigos.

Como a análise se desenvolveu tendo por base o recorte de um ano, verifica-se que a parametrização indicada por Appel não diferencia tendências de médio a longo prazo, focando-se mais curto prazo.

Obviamente seus méritos ficam por conta das rápidas variações, nelas o indicador consegue ser nítido e as duas linhas divergem claramente. Porém, nem toda tendência do mercado acontece de maneira brusca, nos papéis estudados essas variações aconteciam apenas em pequena parcela do tempo.

No restante os preços moviam-se de forma suave para cima, para baixo ou lateralmente, conforme a tendência, o que aproximava as duas linhas do MACD e não garantia nenhuma segurança quanto ao movimento dos preços.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior pergunta do investidor é a direita do gráfico, estudos podem analisar intervalos específicos e ditar comportamentos, mas aquilo que ninguém sabe é o dia de amanhã. Apesar desta impossibilidade de determinar certamente o preço no dia seguinte, as ferramentas de análise, tanto técnica quanto fundamentalista, auxiliam na tomada de decisão. Porém, para utilizar-se delas corretamente, é preciso primeiro compreender como funcionam.

Os três métodos utilizados no estudo complementaram-se afim de cumprir o objetivo geral de esclarecer o comporta do indicador MACD. A etapa matemática demonstrou que os preços mais novos tem uma relevância maior na construção do indicador, sendo que a linha rápida representa as variações a curto prazo, enquanto a linha lenta demonstra a variação histórica de preços.

A simulação estatística retornou, em sua maioria, resultados insatisfatórios para o investidor, com probabilidades de retorno não superiores as obtidas operando com a própria sorte, conforme resultados também obtidos por Saffi (2003) e Carvalho, Costa Jr. e Goulart (2008).

O grande número de operações com pequenos prejuízos, assim como nos trabalhos de Vancin (2006) e Sachetim (2006), foi o principal motivo para o resultado geral de prejuízo com o indicador.

Estatisticamente, a separação conforme as tendências de mercado não trouxe diferenças nítidas, todas as tendências apresentaram valores de quantidade, tempo e retorno das operações muito parecidos no período analisado.

O estudo de caso confirmou a falta de diferenças perceptíveis no comportamento do MACD entre as operações em tendências ou reversões. Esta ocorrência pode ser explicada pela parametrização utilizada, já que prioriza oito pregões, conforme demonstrado na parte matemática.

A análise conjunta das três metodologias, e em especial o aprofundamento obtido com o estudo de caso, evidenciou três comportamentos de rentabilidade e duração nas operações recomendadas pelo MACD.

O primeiro são as típicas operações de falha, elas acontecem normalmente em períodos de até nove dias e caracterizam-se basicamente pela indicação de

compra em um *candle* de forte alta, que desloca a linha rápida acima da linha lenta, mas que não se confirma pelos outros *candles*. Assim, apenas um dia de brusca alta confunde o indicador, que recomenda compra antes de confirmar uma variação efetiva, ou minimamente duradoura, da tendência.

A partir dos nove dias, outros dois padrões são observáveis, um com lucro e outro com prejuízo. O lucro acontece quando a forte alta, confirmada por vários *candles*, perde força lentamente, ou seja, o preço das ações reduz de maneira gradativa. Nesse caso, o MACD acompanha até o final da tendência e vende a ação por um preço superior ao de compra.

O prejuízo, após nove dias, normalmente acontece quando a alta perde força bruscamente. A queda, enquanto as duas linhas estão divergindo, é tão rápida que o indicador não tem tempo de recomendar a saída antes que esse preço de venda torne-se inferior ao efetuado na compra.

O padrão projetado no MACD é entrar na operação no momento em que os papéis sobem de preço a curto prazo em proporção maior do que historicamente. Na prática, este padrão não garantiu, nem no presente estudo, nem nos estudos de Saffi (2003), Vancin (2006), Sachetim (2006) e Carvalho, Costa Jr. e Goulart (2008), retornos certos. Ao contrário, pelo grande número de pequenos rendimentos negativos, o resultado geral foi de prejuízo.

A falha lógica do MACD evidencia-se em sua concepção ideológica, apesar de toda longa tendência de alta iniciar com uma aglomeração de compradores no curto prazo, isso não significa que toda aglomeração de compradores irá desencadear uma longa tendência de alta.

Apesar de não trazer sozinho retornos positivos, ele ainda pode ser utilizado no dia a dia de operações. Sua serventia é de facilmente verificar bruscas variações de tendências, identificando preços atuais que sobem a uma velocidade maior que os históricos.

Recomenda-se academicamente a confirmação e continuação das pesquisas com o MACD, utilizando outras parametrizações e outros períodos amostrais, afim de se compreender melhor o funcionamento deste indicador, tão utilizado atualmente entre os investidores.

Também se recomenda a utilização de outros mercados, em diferentes

situações, já que uma das características que pode influenciar diretamente nos resultados é o ambiente em que os dados são retirados.

Appel projetou um excelente indicador matemático, que confia na histeria do mercado e nas elevações fanáticas, que recomenda os papéis acreditados pelos operadores. E confiante que se muitas pessoas acreditam em um papel então é o momento de compra-lo, pois há algum motivo especial para isso.

Porém, na prática ele mostrou-se ineficiente na amostra selecionada, com um excesso de sinais de curta duração e pequenos prejuízos, que consumiram com o lucro que poderia ser obtido em suas corretas recomendações.

## REFERÊNCIAS

ABE, Marcos. **Manual de análise técnica: essência e estratégias avançadas**. São Paulo: Novatec Editora, 2009. Citado 10 vezes nas páginas 12, 13, 17, 21, 22, 24, 25, 26, 27 e 28.

BAPTISTA, Ricardo F. de F.; PEREIRA, Pedro L. V. Análise do desempenho de regras da análise técnica aplicada ao mercado intradiário do contrato futuro de índice ibovespa. **Revista Brasileira de Finanças**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 205–234, mai-ago. 2008. Citado na página 27.

BM&FBOVESPA. **Manual de definições e procedimentos dos índices da BM&FBovespa**. São Paulo, 2014. 12 p. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/download/Manual-de-procedimentos-pt-br.pdf>>. Acesso em: 1 mai. 2015. Citado na página 18.

\_\_\_\_\_. **Metodologia do Índice Bovespa**. São Paulo, 2015. 6 p. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/IBOV-Metodologia-pt-br.pdf>>. Acesso em: 1 mai. 2015. Citado na página 18.

BOAINAIN, Pedro G.; PEREIRA, Pedro L. V. “Ombro-Cabeça-Ombro”: testando a lucratividade do padrão gráfico de análise técnica no mercado de ações brasileiro. **Revista Brasileira de Finanças**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 265–303, jul-set. 2009. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

CARVALHO, Luis G. P. de; COSTA JR., Newton C. A. da; GOULART, Marco A. de O. V. Análise técnica *versus* hipóteses dos mercados eficientes: um estudo utilizando o indicador MACD. **Revista Alcance**, Biguaçu, SC, v. 15, n. 3, p. 398–416, set-dez. 2008. Citado 4 vezes nas páginas 32, 54, 70 e 71.

CAVALCANTE, Francisco. **Mercado de capitais: o que é, como funciona**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. Citado 4 vezes nas páginas 17, 18, 20 e 22.

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de pesquisa em administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. Citado na página 33.

CORREIA, Joseilton S. **Operando na bolsa de valores utilizando análise técnica**. São Paulo: Novatec Editora, 2008. Citado 6 vezes nas páginas 11, 23, 24, 25, 28 e 29.

COSTA, Israel J.; VARGAS, Jaderson. Análise fundamentalista e análise técnica: agregando valor a uma carteira de ações. **Revista Destarte**, Vitória, v. 1, n. 1, p. 96–112, out. 2011. Citado 5 vezes nas páginas 19, 20, 21, 22 e 24.

DEBASTIANI, Calos A. **Candlestick**. São Paulo: Novatec Editora, 2007. Citado 4 vezes nas páginas 11, 12, 24 e 25.

\_\_\_\_\_. **Análise técnica de ações**: identificando oportunidades de compra e venda. São Paulo: Novatec Editora, 2008. Citado 6 vezes nas páginas 11, 13, 22, 25, 26 e 27.

DEBASTIANI, Calos A.; RUSSO, Felipe A. **Avaliando empresas, investindo em ações**. São Paulo: Novatec Editora, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 21.

DOWSLEY, Daniel H. **Análise entre investimentos em ações via Home Broker e Fundos de Investimento**. 2009. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Citado 6 vezes nas páginas 17, 22, 26, 27, 28 e 30.

ELDER, Alexander. **Como se transformar em um operador e investidor de sucesso**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. Citado 8 vezes nas páginas 13, 16, 19, 22, 25, 26, 27 e 29.

\_\_\_\_\_. **Aprenda a operar no mercado de ações: come into my trading room**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. Citado 11 vezes nas páginas 11, 12, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29 e 30.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. Citado na página 33.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Citado na página 33.

GUIMARÃES, Diego P. G.; ARAÚJO, Gustavo S.; BARBEDO, Claudio H. da S. É possível bater o Ibovespa com operações de análise técnica no mercado futuro? **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 15, n. 5, p. 918–930, set-out. 2011. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.

GUNTHER, Max. **Os axiomas de Zurique**. 26. ed. Rio de Janeiro: Record, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 13.

IT EVOLUTION. **Tradezone Web Chart**. 2015. Programa de Computador. Versão 1.2.6.0. Disponível em: <<http://tav.tradezone.com.br/>>. Acesso em: 3 ago. 2015. Citado 9 vezes nas páginas 29, 36, 42, 44, 47, 58, 61, 63 e 66.

LEMOS, Flávio; CARDOSO, Celso. **Análise técnica clássica**: com as mais recentes estratégias da Expo Trader Brasil. São Paulo: Saraiva, 2010. Citado 6 vezes nas páginas 4, 12, 22, 23, 25 e 26.

MANKIW, Nicholas G. **Introdução à economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. Citado na página 11.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009. Citado na página 33.

\_\_\_\_\_. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011. Citado na página 34.

MOORE, Marcos. **Ações: quais comprar e quando comprar**: aprenda a investir utilizando análise fundamentalista com análise gráfica. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. Citado 11 vezes nas páginas 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25 e 27.

PENTEADO, Marcos A. de B. **Uma avaliação estatística da análise gráfica no mercado de ações brasileiro à luz da teoria dos mercados eficientes e das finanças comportamentais**. 2003. 113 f. Dissertação (Mestrado em Administração) — Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2003. Citado 6 vezes nas páginas 16, 20, 23, 26, 27 e 29.

PINHEIRO, Juliano L. **Mercado de capitais**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012. Citado 9 vezes nas páginas 12, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23 e 24.

PIOTTO, Débora S.; SILVA, Eveliny B. da; GARCIA, João W. V. Correlação entre a análise fundamentalista e a análise gráfica de empresas que negociam ações na bolsa de valores. **Revista de Ciências Contábeis**, Cuiabá, v. 2, n. 1, p. 6–35, jan-jun. 2011. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 24.

QUANTSIS. **GrapherOC**. 2008. Programa de Computador. Versão 2.06.42. Disponível em: <<http://www.quantsis.com/grapherOC/>>. Acesso em: 3 ago. 2015. Citado na página 35.

RUDINK, Gustavo do C. et al. Investimento em ações no mercado brasileiro: um comparativo dos retornos auferidos por carteiras criadas à luz da análise técnica e fundamentalista. **Revista Linceu**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 110–136, jan-jun. 2013. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.

SACHETIM, Henrique M. **Análise técnica**: estudo da confiabilidade dos principais indicadores de análise técnica, aplicados as ações mais negociadas na Bovespa no período de 1995 a 2005. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Administração) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Citado 4 vezes nas páginas 31, 50, 70 e 71.

SAFFI, Pedro A. C. Análise técnica: sorte ou realidade? **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 953–974, out-dez. 2003. Citado 4 vezes nas páginas 30, 54, 70 e 71.

SERAFINI, Daniel G. **Sistemas técnicos de trading no mercado de ações brasileiro**: testando a hipótese de eficiência de mercado em sua forma fraca e avaliando se a análise técnica agrega valor. 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) — Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 19, 20 e 23.

TREUHERZ, Rolf M. **Como investir em ações no Brasil**: estratégia de mercado e tática operacional. São Paulo: Edgarg Blucher, 1972. Citado na página 20.

VANCIN, Daniel F. **Indicadores Técnicos**: um estudo sobre o uso da análise técnica como apoio ao investidor do mercado de capitais. 2006. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Citado 6 vezes nas páginas 30, 31, 50, 53, 70 e 71.

VARELLA, Thiago F. **Construção e avaliação de estratégias de investimento com o uso de médias móveis como único indicador técnico**. 2012. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 21, 22, 24, 27 e 28.

VIDOTTO, Rodrigo S.; MIGLIATO, Antônio L. T.; ZAMBOM, Antonio C. O *Moving Average Convergence-Divergence* como ferramenta para a decisão de investimentos no mercado de ações. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 291–309, abr-jun. 2009. Citado na página 32.

## APÊNDICE A – RELEVÂNCIA DO PREÇO NA MÉDIA MÓVEL EXPONENCIAL

Para facilitar a visualização da dedução, a fórmula da Média Móvel Exponencial, presente na página 28, será novamente transcrita neste Apêndice:

$$MME_0 = P_0 \cdot \left( \frac{2}{N+1} \right) + MME_1 \cdot \left( 1 - \frac{2}{N+1} \right) \quad (1)$$

Chamaremos  $k = 2/(N+1)$  e  $v = 1 - [2/(N+1)]$ . Logo:

$$MME_0 = P_0 \cdot k + MME_1 \cdot v$$

Sabe-se que o valor da Média Móvel Exponencial de ontem ( $MME_1$ ) carrega em si os preços de toda série histórica, e que sua fórmula é igual a demonstrada na Equação (1), portanto, expandindo-a:

$$MME_0 = P_0 \cdot k + (P_1 \cdot k + MME_2 \cdot v) \cdot v$$

Distribuindo  $v$  no segundo termo, tem-se:

$$\begin{aligned} MME_0 &= P_0 \cdot k + P_1 \cdot k \cdot v + MME_2 \cdot v \cdot v \rightarrow \\ \rightarrow MME_0 &= P_0 \cdot k + P_1 \cdot kv + MME_2 \cdot v^2 \end{aligned}$$

Novamente, expandindo  $MME_2$  e distribuindo  $v$ :

$$\begin{aligned} MME_0 &= P_0 \cdot k + P_1 \cdot kv + (P_2 \cdot k + MME_3 \cdot v) \cdot v^2 \rightarrow \\ \rightarrow MME_0 &= P_0 \cdot k + P_1 \cdot kv + P_2 \cdot k \cdot v^2 + MME_3 \cdot v \cdot v^2 \rightarrow \\ \rightarrow MME_0 &= P_0 \cdot k + P_1 \cdot kv + P_2 \cdot kv^2 + MME_3 \cdot v^3 \end{aligned}$$

De pronto, observa-se um padrão recorrente na relevância dos preços:

$$MME_0 = P_0 \cdot k + P_1 \cdot kv + P_2 \cdot kv^2 + P_3 \cdot kv^3 + \dots + P_p \cdot kv^p$$

Logo, deduz-se a seguinte equação:

$$Relevância_p = kv^p$$

Retornando as variáveis temos a fórmula geral para determinar a relevância de um preço em um determinado período:

$$Relevância_p = \left( \frac{2}{N+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{N+1} \right)^p \quad (4)$$

## APÊNDICE B – PERÍODO COM RELEVÂNCIA ZERO NA LINHA RÁPIDA

Viu-se que quanto menor for o valor de  $N$ , maior será a relevância dos preços atuais e menor a dos antigos. Eis que, a Equação (5), que descreve a relevância de um determinado preço na LR (página 42), é a subtração entre dois fatores com valores de  $N$  diferentes.

Logo, sendo  $N_1$  (primeiro fator) menor que  $N_2$  (segundo fator), pode-se afirmar, de pronto, que as primeiras relevâncias serão positivas, e a partir de um determinado período ( $p$ ), elas se tornarão negativas.

A questão central nesta demonstração é encontrar em que período ( $p$ ) para o qual antes dele os valores serão positivos, e após negativos. Foi utilizado para isso:  $N_1 = 12$  e  $N_2 = 26$ , a parametrização originalmente descrita por Appel e utilizada na parte empírica deste estudo. Resultando na seguinte equação:

$$\text{Relevância } LR_p = \left( \frac{2}{12+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{12+1} \right)^p - \left( \frac{2}{26+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{26+1} \right)^p$$

Para a relevância retornar zero, então o primeiro termo (referente a  $N_1$ ) e o segundo termo (de  $N_2$ ), devem ser iguais.

$$\begin{aligned} \left( \frac{2}{12+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{12+1} \right)^p &= \left( \frac{2}{26+1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{2}{26+1} \right)^p \rightarrow \\ \rightarrow \frac{2}{13} \cdot \left( \frac{11}{13} \right)^p &= \frac{2}{27} \cdot \left( \frac{25}{27} \right)^p \rightarrow \frac{\left( \frac{11}{13} \right)^p}{\left( \frac{25}{27} \right)^p} = \frac{\frac{2}{27}}{\frac{2}{13}} \rightarrow \left( \frac{297}{325} \right)^p = \frac{13}{27} \rightarrow \\ \rightarrow p &= \log_{\frac{297}{325}} \frac{13}{27} = \frac{\log \frac{13}{27}}{\log \frac{297}{325}} \approx \frac{-0,317420411}{-0,039126911} \approx 8,112585389 \end{aligned}$$

Deduziu-se assim que em  $p(8)$  a relevância ainda será positiva, e em  $p(9)$  se tornará negativa, importante ressaltar que isso não representa o oitavo ou nono preço, pois  $p(0)$ , que representa o período de hoje, entra na sequência como primeiro preço.

Assim, pode-se dizer que até os nove primeiros preços a relevância será positiva, conquanto a partir do nono ela se tornará negativa.

## APÊNDICE C – RELEVÂNCIA DO PREÇO NA MME DA MME

A linha lenta é uma média móvel exponencial da linha rápida do MACD, esta é composta pela subtração entre duas médias móveis exponenciais diversas, porém, da mesma maneira que apresentado no Apêndice A, para tornar mais simples, a demonstração será efetuada apenas observando uma média móvel.

Logo, o objetivo da seguinte dedução é determinar a relevância de um preço específico na média móvel exponencial de uma média móvel exponencial.

Para facilitar a descrição, se utilizará da técnica de substituição de variáveis:

$$Y = \frac{2}{N+1}, X = 1 - \frac{2}{N+1}, A = \frac{2}{M+1} \text{ e } B = 1 - \frac{2}{M+1}$$

Onde,  $N$  representa o número de pregões escolhidos para construção da LR, enquanto  $M$  o número de pregões escolhidos para construção da LL. Sendo a fórmula da linha lenta a média móvel exponencial de duas médias móveis exponenciais, poderíamos descrever assim:

$$MME_{MME_0} = MME_0 \cdot A + MME_{MME_1} \cdot B$$

Como forma de deixar mais clara, chamaremos  $MME_{MME_n} = C_n$  e  $MME_n = M_n$ . Portanto,  $C_n = M_n \cdot A + C_{n+1} \cdot B$  e  $M_n = P_n \cdot Y + M_{n+1} \cdot X$ . Assim, se começa a rastrear a influência dos preços nessa construção.

Para determinar a relevância do primeiro preço,  $P_0$ :

$$\begin{aligned} C_0 &= M_0 \cdot A + C_1 \cdot B \\ &= (P_0 \cdot Y + M_1 \cdot X) \cdot A + (M_1 \cdot A + C_2 \cdot B) \cdot B \\ &= P_0 \cdot YA + M_1 \cdot XA + M_1 \cdot AB + C_2 \cdot B^2 \\ &= \boxed{P_0 \cdot YA} + M_1 \cdot (XA + AB) + C_2 \cdot B^2 \end{aligned}$$

Do segundo preço,  $P_1$ , suprimindo, afim de possibilitar a visualização, o referente a  $P_0$ :

$$\begin{aligned} C_0 &= \dots + M_1 \cdot (XA + AB) + C_2 \cdot B^2 \\ &= \dots + (P_1 \cdot Y + M_2 \cdot X) \cdot (XA + AB) + (M_2 \cdot A + C_3 \cdot B) \cdot B^2 \\ &= \dots + P_1 \cdot (YXA + YAB) + M_2 \cdot (X^2A + XAB) + M_2 \cdot AB^2 + C_3 \cdot B^3 \\ &= \dots + \boxed{P_1 \cdot YA \cdot (X + B)} + M_2 \cdot (X^2A + XAB + AB^2) + C_3 \cdot B^3 \end{aligned}$$

Do terceiro preço,  $P_2$ , suprimindo  $P_0$  e  $P_1$ :

$$\begin{aligned} C_0 &= \dots + M_2(X^2A + XAB + AB^2) + C_3B^3 \\ &= \dots + (P_2Y + M_3X)(X^2A + XAB + AB^2) + (M_3A + C_4B)B^3 \\ &= \dots + \boxed{P_2 \cdot YA(X^2 + XB + B^2)} + M_3(X^3A + X^2AB + XAB^2 + AB^3) + C_4B^4 \end{aligned}$$

E do quarto preço,  $P_3$ , suprimindo  $P_0$ ,  $P_1$  e  $P_2$ :

$$\begin{aligned} C_0 &= \dots + M_3(X^3A + X^2AB + XAB^2 + AB^3) + C_4B^4 \\ &= \dots + (P_3Y + M_4X)(X^3A + X^2AB + XAB^2 + AB^3) + (M_4A + C_5B)B^4 \\ &= \dots + \boxed{P_3 \cdot YA(X^3 + X^2B + XB^2 + B^3)} + M_4(X^4A + X^3AB + X^2AB^2 + AB^4) + C_5B^5 \end{aligned}$$

Por óbvio, a dedução dos termos é infinita, porém, já se consegue localizar um padrão, ou seja, uma fórmula geral:

$$Relevância da MME_{MME_n} = YA \cdot \underbrace{(X^{n-0}B^0 + X^{n-1}B^1 + X^{n-2}B^2 + \dots + X^{n-n}B^n)}_{n \text{ vezes}}$$

## APÊNDICE D – CLASSIFICAÇÃO DAS AÇÕES CONFORME A TENDÊNCIA

|                                 |        |        |       |       |       |       |       |
|---------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Alta (A)</b>                 |        |        |       |       |       |       |       |
| BRFS3                           | CTIP3  | EMBR3  | KROT3 | LAME4 |       |       |       |
| <b>Baixa (B)</b>                |        |        |       |       |       |       |       |
| CSNA3                           | DTEX3  | EVEN3  | GGBR4 | GOAU4 | HGTX3 | OIBR4 | PDGR3 |
| RLOG3                           | RSID3  | USIM5  | BRAP4 | SBSP3 |       |       |       |
| <b>Lateral (L)</b>              |        |        |       |       |       |       |       |
| ABEV3                           | CRUZ3  | KLBN11 | MRVE3 | TBLE3 | TIMP3 | UGPA3 | VIVT4 |
| GOLL4                           | SANB11 |        |       |       |       |       |       |
| <b>Alta-Baixa (AB)</b>          |        |        |       |       |       |       |       |
| BBAS3                           | BRKM5  | BRML3  | BRPR3 | BVMF3 | CIEL3 | CMIG4 | ECOR3 |
| ELET6                           | ELPL4  | ENBR3  | FIBR3 | LIGT3 | MRFG3 | PETR3 | PETR4 |
| SUZB5                           | PCAR4  |        |       |       |       |       |       |
| <b>Alta-Lateral (AL)</b>        |        |        |       |       |       |       |       |
| BBDC3                           | BBDC4  | BBSE3  | CESP6 | CPFE3 | CPLE6 | ESTC3 | ITSA4 |
| ITUB4                           | JBSS3  | LREN3  | RENT3 | CCRO3 | QUAL3 |       |       |
| <b>Baixa-Lateral (BL)</b>       |        |        |       |       |       |       |       |
| CSAN3                           | CYRE3  | GFSA3  | NATU3 | POMO4 | VALE3 | VALE5 |       |
| <b>Alta-Baixa-Lateral (ABL)</b> |        |        |       |       |       |       |       |
| ALLL3                           | HYPE3  | ELET3  |       |       |       |       |       |

**Quadro 1 – Classificação das Ações Conforme a Tendência**

Fonte: Autoria própria